



PROYEK AKHIR TERAPAN - RC 096599

PERENCANAAN JALAN BARU JALUR LINTAS SELATAN
PANGGUL-MUNJUNGAN STA 0+000 s/d STA 5+000
KABUPATEN TRENGGALEK JAWA TIMUR

DANU SURENDRO
3112 040 616

Dosen Pembimbing :
Ir. DJOKO SULISTIONO, MT.
NIP. 19541002 1985121 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT APLLIED - RC 096599

NEW ROAD PLANNING PANGGUL-MUNJUNGAN STA 0+000
s/d STA 5+000 DISTRICT TRENGGALEK EAST JAVA
PROVINCE

DANU SURENDRO
3112 040 616

Advisor Lecturer :
Ir. DJOKO SULISTIONO, MT.
NIP. 19541002 1985121 001

DIPLOMA IV CIVIL ENGINEERING DEPARTEMENT
Faculty of Civil and Design Technology
Sepuluh Nopember Institut of Technology
Surabaya 2016

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN JALAN JALUR LINTAS SELATAN PANGGUL - MUNJUNGAN STA 0+000 s/d 5+000 KABUPATEN TRENGGALEK JAWA TIMUR

PROYEK AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Saint Terapan

Pada

Konsentrasi Bangunan Transportasi
Program Studi Diploma IV Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh:

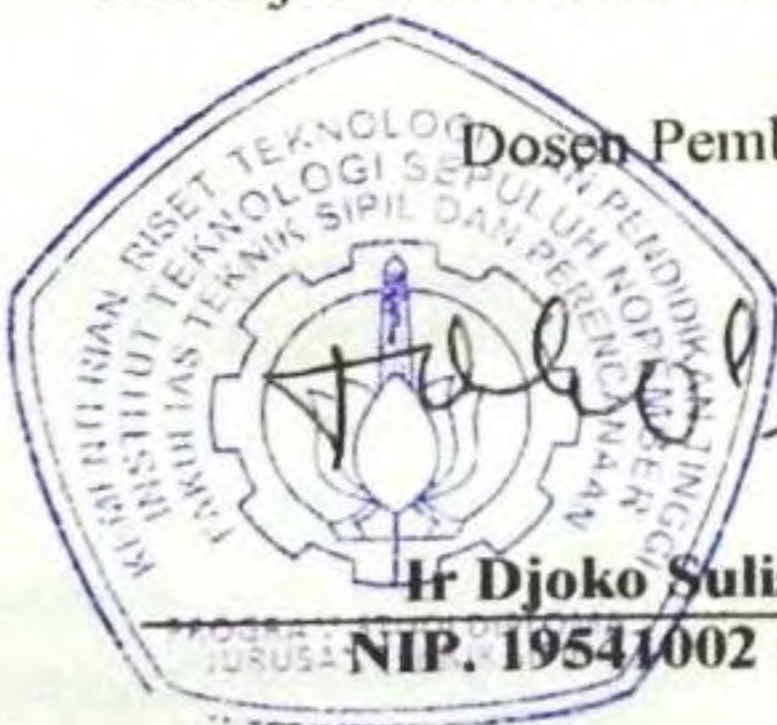
DANU SURENDRO

NRP 31.12.040.616

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Proyek Akhir:

Dosen Pembimbing I

04 AUG 2016



Ir Djoko Sulistiono, MT

NIP. 19541002 198512 1 001

**PERENCANAAN JALAN BARU JALUR LINTAS
SELATAN PANGGUL – MUNJUNGAN STA 0+000 s/d
5+000 KABUPATEN TRENGGALEK JAWA TIMUR**

Nama Mahasiswa : Danu Surendro
NRP : NRP 3112.040.616
Dosen Pembimbing I : Ir. Djoko Sulistiono, MT
NIP : 19541002 198512 1 001

Abstrak

Jawa Timur merupakan provinsi yang memiliki tingkat produksi yang sangat tinggi, baik di sektor industri maupun perdagangan. Jawa Timur terdiri dari beberapa jalur utama sebagai prasarana transportasi guna mendukung dan memfasilitasi berbagai kebutuhan masyarakat. Sudah terdapat 2 jalur utama yang menghubungkan Jawa Timur dengan Jawa Tengah dan sekitarnya yaitu Jalur tengah dan Jalur Utara. Hal ini menjadi alasan untuk direncanakannya Jalur Selatan mengingat jalur ini juga mempunyai potensi yang sangat besar. Apabila dilihat dari segi potensi, wilayah bagian Selatan juga berpotensi dan kelestarian lingkungannya masih terjaga dengan baik. Seharusnya hal ini menjadi modal untuk meningkatkan perekonomian di wilayah Selatan. Pada proyek akhir ini direncanakan jalur Lintas Selatan yang menghubungkan Kabupaten Trenggalek dengan Kabupaten Tulungagung. Perencanaan jalan dimulai dari pembuatan trase yang berfungsi sebagai jalan arteri. Jalan tersebut direncanakan memiliki lebar 7 meter dengan pembagian 2 lajur 2 arah. Adapun penentuan lebar jalan tersebut juga dipertimbangkan berdasarkan analisa kapasitas jalan pada saat tercapainya umur rencana jalan.

Kata kunci: JLS, perencanaan jalan.

**NEW ROAD PLANNING PANGGUL –
MUNJUNGAN FROM STA 0+000 s/d 5+000 DISTRICT
TRENGGALEK
OF EAST JAVA PROVINCE**

Student : Danu Surendro
NRP : NRP 3112.040.616
Counselor Lecturer I : Ir. Djoko Sulistiono, MT
NIP : 19541002 198512 1 001

Abstract

East Java is a province that has a very high level of production, either in industrial or commerce sector. East Java consists of several main routes as a transportation infrastructure for supporting and facilitating people's needs. There are already 2 main routes that connects the East Java with Central Java and its surrounding area, which is the middle route and the north route. This becomes the reason why it is needed to plan the south route, taking into account that this route is also very potential. Moreover, the environment at the south route is also well maintained. This should be the basis to improve the economy in the south region. This final project plans the South Route that connects the Kabupaten Trenggalek with Kabupaten Tulungagung. The road planning starts with the route arrangement which functions as the artery road. The road is planned to be 7 meters wide, 2 lanes and 2 ways. The width is decided based on the analysis of the road capacity when the road reaches its predicted age of the road.

Keywords: JLS (south route road), road planning.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	
DAFTAR TABEL.....	
DAFTAR GAMBAR.....	
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Umum.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan.....	4
1.5. Manfaat.....	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Umum.....	6
2.2. Analisa Kapasitas Jalan	6
2.2.1. Menentukan Kelas Jalan	6
2.2.2. Kapasitas Dasar	8
2.2.3. Faktor Akibat Penyesuaian Lebar Jalur Lalu Lintas	9
2.2.4. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping.....	9
2.2.5. Penentuan Kapasitas Pada Kondisi Lapangan	10
2.2.6. Derajat Kejenuhan	11
2.3. Perencanaan Geometrik Jalan	12
2.3.1. Alternatif Trase.....	12
2.3.2. Jarak Pandang	12
2.3.2.1. Jarak Pandang Henti	13
2.3.2.2. Jarak Pandang Menyiap.....	14
2.3.3. Gaya Yang Bekerja Pada Alinyemen Horisontal	15

2.3.4. Superelevasi.....	20
2.3.5. Alinyemen horizontal	26
2.3.6. Alinyemen vertikal	36
2.4. Perkerasan Lentur.....	53
2.4.1. Lapisan permukaan.....	54
2.4.2. Lapisan pondasi atas.....	54
2.4.3. Lapisan pondasi bawah.....	55
2.4.4. Lapisan tanah dasar	56
2.4.5. Umur rencana	56
2.4.6. Lalu-lintas harian rata-rata.....	57
2.4.7. Kondisi tanah dasar	59
2.4.8. Angka ekuivalen beban sumbu	60
2.4.9. Perhitungan tebal perkerasan lentur menggunakan metode analisa komponen	63
2.5. Perencanaan Drainase.....	84
2.6. Rencana Anggaran Biaya	86
2.7. Perencanaan Perkuatan Lereng.....	88
2.7.1. Tekanan Tanah Lateral	89
 BAB III METODOLOGI	
3.1. Persiapan	91
3.2. Pengumpulan data	91
3.3. Pengolahan data.....	92
3.3.1. Pengolahan data lalu-lintas	92
3.3.2. Pengolahan data CBR tanah dasar	92
3.3.3. Pengolahan data curah hujan	93
3.4. Perhitungan Kapasitas Jalan	93
3.5. Perencanaan Geometrik Jalan	93
3.5.1. Perencanaan Trase	93
3.5.2. Jarak Pandang	94
3.5.3. Alinyemen Horizontal	94
3.5.4. Alinyemen Vertikal	94
3.6. Perencanaan Konstruksi Perkerasan Lentur	94
3.7. Perencanaan Drainase.....	95
3.8. Gambar Rencana	95

3.9. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya.....	95
3.10. Kesimpulan dan Saran.....	95

BAB IV PENGUMPULAN DAN ANALISA PENGOLAHAN DATA

4.1. Umum.....	99
4.2. Pengumpulan data	99
4.2.1. Peta kontur lokasi proyek	99
4.2.2. Data CBR.....	99
4.2.3. Data lalu-lintas (LHR)	100
4.2.4. Data curah hujan.....	100
4.3. Pengolahan Data.....	101
4.3.1. Data lalu-lintas.....	101
4.3.1.1. Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Sepeda Motor	102
4.3.1.1. Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Mobil Penumpang	104
4.3.1.1. Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Truk	106
4.3.1.1. Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Bus.....	108
4.3.2. Data CBR tanah dasar.....	111
4.3.3. Data curah hujan.....	112

BAB V ANALISA PERHITUNGAN

5.1. Analisis Trase	114
5.1.1. Kondisi medan.....	114
5.1.2. Kecepatan rencana.....	114
5.2. Analisis Kapasitas Ruas Jalan Antar Kota	115
5.3. Perencanaan Geometrik Jalan	116
5.3.1. Alinyemen horizontal	116
5.3.2. Alinyemen vertikal	122
5.4. Perencanaan Tebal Perkerasan	130
5.4.1. Lalu-lintas	130

5.4.2. Angka ekivalen	131
5.4.3. Lintas ekivalen permulaan.....	132
5.4.4. Lintas ekivalen akhir	133
5.4.5. Lintas ekivalen tengah	134
5.4.6. Lintas ekivalen rencana	134
5.4.7. Faktor regional.....	135
5.4.8. Indeks permukaan awal umur rencana	135
5.4.9. Penentuan IPT.....	135
5.4.10. Menentkan Nilai DDT dan ITP	136
5.4.11. Direncanakan Susunan Lapis Perkerasaan Lentur.....	138
5.5. Perencanaan Drainase.....	140
5.5.1. Perhitungan Saluran Tepi	141
5.6. Metode Pelaksanaan	146
5.7. Rencana Anggaran Biaya	157
5.7.1. Volume pekerjaan.....	157
5.7.2. Harga satuan dasar.....	159
5.7.3. Harga satuan pokok pekerjaan.....	163
5.7.4. Rekapitulasi rencana anggaran biaya.....	172
 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1. Kesimpulan.....	173
6.2. Saran.....	175

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kecepatan Rencana.....	7
Tabel 2.2. Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan	8
Tabel 2.3. Kapasitas Dasar	8
Tabel 2.4. Penyesuaian akibat lebar jalur lalu - lintas	9
Tabel 2.5. Penyesuaian akibat hambatan samping dan Lebar bahu.....	9
Tabel 2.6. Kelas hambatan samping	10
Tabel 2.7. Jarak pandang henti minimum.....	13
Tabel 2.8. Panjang jarak pandangan menyiap	15
Tabel 2.9. Nilai superelevasi	24
Tabel 2.10. Kelandaian relative maksimum	28
Tabel 2.11. Kelandaian jalan	38
Tabel 2.12. Panjang kritis	39
Tabel 2.13. Lengkung vertikal.....	41
Tabel 2.14. Nilai C menurut AASHTO'90 dan Bina Marga'90	46
Tabel 2.15. Rumus untuk ekivalensi beban sumbu	61
Tabel 2.16. Angka ekivalen beban sumbu kendaraan	73
Tabel 2.17. Komposisi roda dan unit ekivalen 8.16 ton Beban as tunggal	63
Tabel 2.18. Koefisien distribusi kendaraan pada lajur rencana.....	65
Tabel 2.19 Indeks permukaan pada akhir umur rencana	68
Tabel 2.20 Indeks permukaan pada awal umur rencana .	69
Tabel 2.21 Faktor regional.....	70
Tabel 2.22 Koefisien kekuatan relatif.....	82
Tabel 2.23 Minimum lapis permukaan.....	83
Tabel 2.24 Minimum lapis pondasi	83
Tabel 4.1. Data LHR tahun 2012.....	100
Tabel 4.2. Data Curah Hujan.....	101
Tabel 4.3. Konversi dari kendaraan perhari ke kendaraan perjam.....	102
Tabel 4.4. Pertumbuhan lalu lintas sepeda motor.....	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta jawa timur	2
Gambar 1.2. Peta lokasi studi	3
Gambar 2.1. Jarak pandangan menyiap	14
Gambar 2.2. Gaya sentrifugal pada alinyemen Horisontal	16
Gambar 2.3. Hubungan koefesien gesekan melintang Dengan kecepatan rencana kendaraan untuk kecepatan tinggi (AASHTO 2004) .	18
Gambar 2.4. Hubungan koefesien gesekan melintang Dengan kecepatan rencana kendaraan untuk kendaraan kecepatan rendah (AASHTO)	18
Gambar 2.5. Koefesien Gesekan melintang maksimum desain (AASHTO 2004)	19
Gambar 2.6. Koefesien Gesekan melintang Maksimum desain (Traffic Engineering Hand book,1992)	19
Gambar 2.7. Ilustrasi diagram superelevasi dan potongan melintang jalan	26
Gambar 2.9. Bentuk lengkung full circle.....	30
Gambar 2.10. Diagram superelevasi lengkung full circle	32
Gambar 2.11. Bentuk lengkung SCS	32
Gambar 2.12. Diagram superelevasi lengkung SCS	34
Gambar 2.13. Bentuk lengkung SS.....	36
Gambar 2.14. Diagram superelevasi lengkung SS.....	36
Gambar 2.15. Ilustrasi kelandaian jalan.....	37
Gambar 2.16. Ilustrai Panjang kritis	40
Gambar 2.17. Lengkung Vertikal	41
Gambar 2.18. Lengkung Vertikal Cembung $S < L$	44
Gambar 2.19. Lengkung Vertikal Cembung $S > L$	47
Gambar 2.20 Lengkung vertikal Cekung $S < L$	49
Gambar 2.21. Lengkung Vertikal Cekung $S > L$	50
Gambar 2.22. Lengkung Vertikal cekung $S < L$	51

Gambar 2.23.	Lengkung Vertikal Cekung S>L	56
Gambar 2.24.	Susunan lapisan konstruksi perkerasan Lentur	53
Gambar 2.25.	Penyebaran roda melalui lapisan perkerasan Jalan.....	55
Gambar 2.26.	Penentuan Umur Rencana.....	57
Gambar 2.27.	Skematis Penentuan Angka Pertumbuhan Jumlah Kendaraan	59
Gambar 2.28.	Beban Standar 8.16t	61
Gambar 2.29.	Korelasi DDT dan CBR	67
Gambar 2.30.	Nomogram 1	72
Gambar 2.31.	Nomogram 2	73
Gambar 2.32.	Nomogram 3	74
Gambar 2.33.	Nomogram 4	75
Gambar 2.34.	Nomogram 5	76
Gambar 2.35.	Nomogram 6	77
Gambar 2.36.	Nomogram 7	78
Gambar 2.37.	Nomogram 8	79
Gambar 2.38.	Nomogram 9	80
Gambar 2.39.	Susunan lapis perkerasan jalan	81
Gambar 3.1.	Diagram alir metodologi	98
Gambar 4.1.	Grafik pertumbuhan lalu lintas sepeda motor	103
Gambar 4.2.	Grafik pertumbuhan lalu lintas mobil penumpang	105
Gambar 4.3.	Grafik pertumbuhan lalu lintas truk	106
Gambar 4.4.	Grafik pertumbuhan lalu lintas bus	108
Gambar 5.1.	Korelasi DDT dan CBR	136
Gambar 5.2.	Penggunaan nomogram 3 untuk $I_{po} \geq 4$ Dan $I_{pt} 2$	137
Gambar 5.3.	Rencana perkerasan lentur	138
Gambar 5.4.	Susunan perkerasan lentur	139
Gambar 5.5.	Dump Truck 8T.....	152
Gambar 5.6.	Excavator	152
Gambar 5.7.	Dump Truck 6T	153

Gambar 5.8.	Motor Grader	153
Gambar 5.9.	Tandem Roller.....	154
Gambar 5.10.	Water Tanker Tank	154
Gambar 5.11.	Vibrator Roller	155
Gambar 5.12.	Concrete Mixer	155
Gambar 5.13.	Wheel Loader.....	156
Gambar 5.14.	Asphalt Finisher (Prime Coat)	156
Gambar 5.15.	Asphalt Sprayer (Tack Coat).....	157

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Provinsi Jawa Timur mempunyai jaringan jalan di utara dan selatan. Keberadaan jaringan jalan diantara keduanya tidak sama, baik dalam volume lalu lintas maupun kapasitas jalannya. Perbedaan paling nyata adalah pergerakan lalu lintas barang dan manusia di wilayah utara lebih cepat jika dibandingkan dengan wilayah selatan. Untuk menghubungkan antar Kabupaten atau Kota di wilayah selatan tidak akseleratif, sehingga konsentrasi kegiatan perekonomian hanya berada diwilayah utara dan sekitarnya. Kondisi yang demikian akan menimbulkan pengaruh yang kurang baik bagi pertumbuhan wilayah selatan dan apabila dilihat dari potensinya, wilayah selatan lebih potensial dan kelestarian lingkungannya masih terjaga baik. Seharusnya itu merupakan modal untuk meningkatkan perekonomian.

Dengan kondisi ekonomi nasional yang sedang berusaha bangkit, maka kawasan Jawa Timur bagian selatan cukup prospektif untuk dikembangkan sebagai motor penggerak perekonomian. Untuk mewujudkan hal tersebut, kebijakan pembangunan Propinsi Jawa Timur diarahkan ke wilayah selatan melalui Program Pengembangan Kawasan Selatan Jawa Timur sebagai program prioritas yang diawali dengan pembangunan jalan Jalur Lintas Selatan (JLS) Jawa Timur melalui 8 (delapan) Kabupaten yaitu Kabupaten Pacitan,

Trenggalek, Tulungagung, Blitar, Malang, Lumajang, Jember dan Banyuwangi.

Pada proyek akhir ini direncanakan bagian jalur lintas selatan yang melalui Kabupaten Trenggalek, tepatnya pada daerah Panggul - Munjungan. Lokasi Kabupaten Trenggalek terlihat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1. Peta Jawa Timur

Pada gambar 1.1 terlihat bahwa kedua kabupaten tersebut berada pada wilayah selatan Jawa Timur. Lokasi studi perencanaan jalan panggul – munjungan pada proyek akhir ini terlihat pada gambar 1.2. Jalan tersebut menghubungkan desa Panggul dan desa Munjungan.



Gambar 1.2. Peta Lokasi Studi

1.2. Rumusan Masalah

Pada proyek akhir ini terdapat beberapa pokok masalah yang akan terjawab pada akhir kesimpulan, diantaranya :

1. Bagaimana perencanaan trase pada rencana jalan tersebut?
2. Bagaimana perencanaan alinyemen horizontal dan vertical pada rencana jalan tersebut?
3. Berapa ketebalan perkerasan lentur yang dibutuhkan?
4. Berapa dimensi saluran tepi pada rencana jalan tersebut?
5. Berapa anggaran biaya total pembangunan jalan tersebut?

1.3. Batasan Masalah

Mengingat permasalahan yang ada begitu luas maka kami memberikan batasan permasalahan. Batasan masalah pada proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan yang dilakukan meliputi perencanaan trase jalan, alinemen horizontal dan vertikal, dan jarak pandang (No. 038/TBM/1997).
2. Analisa kapasitas dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.
3. Perencanaan tebal perkerasan jalan dengan Metode Analisa Komponen (SNI 03-1732-1989).
4. Rencana Anggaran Biaya menggunakan HSPK wilayah setempat.
5. Perencanaan drainase dengan cara SNI 03-3424-1994.
6. Tidak Menghitung gorong-gorong.
7. Tidak menghitung stabilitas tanah.
8. Tidak melakukan survey lalu-lintas secara rinci.
9. Tidak membicarakan pelaksanaan di lapangan, dan pengolahan data-data tanah baik di lapangan maupun laboratorium.
10. Tidak menghitung Stuktur jembatan.

1.4. Tujuan

Pada proyek akhir ini terdapat beberapa tujuan untuk menjawab beberapa parameter yang dihasilkan dari perencanaan jalan, diantaranya :

1. Menghitung dan menggambar trase pada rencana jalan tersebut.
2. Menghitung dan merencanakan alinyemen horizontal dan vertikal.
3. Menghitung tebal perkerasan lentur yang diperlukan.
4. Menghitung dan merencanakan dimensi saluran tepi.

1.5. Manfaat

Adapun beberapa manfaat yang diperoleh dari penyelesaian proyek akhir ini yaitu :

1. Dapat menghitung dan menggambar trase pada rencana jalan tersebut.
2. Dapat menghitung dan menentukan alinyemen pada rencana jalan
3. Dapat menghitung dan menentukan tebal perkerasan lentur pada rencana jalan
4. Dapat menghitung dan menentukan dimensi saluran tepi pada rencana jalan
5. Dapat menghitung dan menentukan anggaran biaya total pembangunan jalan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Bab ini akan menjelaskan tentang dasar teori yang akan digunakan dalam perencanaan jalan Proyek Akhir kami meliputi :

- a. Analisa Kapasitas Jalan
- b. Perencanaan Geometrik Jalan
- c. Tebal Perkerasan Jalan
- d. Perencanaan Saluran Tepi (Drainase)

2.2 Analisa Kapasitas Jalan

Analisa kapasitas jalan bertujuan untuk mengetahui kapasitas jalan pada arah tertentu yang diperlukan untuk mempertahankan perilaku lalu lintas yang dikehendaki sekarang dan yang akan datang. Sesuai dengan MKJI tahun 1997 analisa kapasitas jalan terbagi dilakukan pada masing – masing jalur jalan yang direncanakan dan tiap jalur diasumsikan sebagai jalan yang berbeda.

2.2.1 Menentukan Kelas Jalan

Menurut UU 38/2004 pasal 8 Tentang Jalan, pada dasarnya jalan umum dibagi dalam 3 kelompok berdasarkan fungsinya yaitu :

- Jalan Arteri : jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri- ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan yang masuk dibatasi secara efisien.

- Jalan Kolektor : jalan yang melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- Jalan Lokal/Penghubung : jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jalan masuk tidak dibatasi.

Sehubungan dengan kriteria jalan diatas, ruas jalan Panggul - Munjungan termasuk kategori jalan yang berfungsi :

- a. Berdasarkan fungsinya melayani angkutan utama dengan ciri- ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan yang masuk dibatasi secara efisien.

- b. Kecepatan Perencanaan.

Berdasarkan Data teknis perencanaan jalan Panggul - Munjungan. Kecepatan rencana (V_r) : 50 km/jam.

Berdasarkan pada tabel :

Tabel 2.1 Kecepatan Rencana

Fungsi	Kecepatan Rencana, V_r (km/jam)		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70-120	60-80	40-70
Kolektor	60-90	50-60	30-50
Lokal	40-70	30-50	20-30

Sumber : Dinas pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur

- c. Lebar Jalan

Pada tabel yang bersumber dari dinas pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur :

Tabel 2.2 Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan

VLHR (smp/hari)	ARTERI			
	Ideal		Minimum	
	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)
<3.000	6,0	1,5	4,5	1,0
3.000-10.000	7,0	2,0	6,0	1,5
10.001-25.000	7,0	2,0	7,0	2,0

Sumber : Dinas pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur

2.2.2 Kapasitas Dasar

Kapasitas Dasar adalah Kapasitas suatu segmen jalan untuk suatu set kondisi yang ditentukan sebelumnya (geometric, pola arus lalu lintas, dan factor lingkungan). Sedangkan segmen jalan adalah panjang jalan yang mempunyai karakteristik yang sama pada seluruh panjangnya. Titik dimana karakteristik jalan berubah secara otomatis menjadi batas segmen sekalipun tidak ada simpang jalan di dekatnya. Untuk dapat mengetahuinya harga kapasitas dasar dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Kapasitas Dasar

Tipe Aliyemen	Kapasitas Dasar Total Kedua Arah (smp/jam)
Datar	3100
Bukit	3000
Gunung	2900

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 hal. 6-65

2.2.3 Faktor penyesuaian Akibat Lebar Jalur lalu lintas

Menentukan faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas berdasarkan pada lebar efektif jalur lalu lintas (W_c) dapat dilihat pada table 2. 4

Tabel 2.4 Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu-lintas

Tipe Jalan	Lebar Efektif (Total Kedua Arah) Jalur Lalu Lintas (W_c)	FCw
2 - lajur tak terbagi	5	0,69
	6	0,91
	7	1,00
	8	1,08
	9	1,15
	10	1,21
	11	1,27

2.2.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping

Hambatan samping adalah pengaruh kegiatan disamping ruas jalan terhadap kinerja lalu lintas, misalnya pejalan kaki, penghentian kendaraan umum, atau kendaraan lainnya, kendaraan keluar dan kendaraan masuk disamping jalan dan kendaraan lambat.

Tabel 2.5. Penyesuaian Akibat Hambatan Samping dan Lebar Bahu (FFV_{sf})

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor penyesuaian hambatan samping (FC_{sf})
------------	------------------------	---

		Lebar Bahu Efektif (Ws)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
2/2 UD	VL	1,00	1,00	1,00	1,00
	L	0,96	0,97	0,97	0,98
	M	0,91	0,92	0,93	0,97
	H	0,85	0,87	0,88	0,95
	VH	0,76	0,79	0,82	0,93

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 untuk jalan luar kota

Tabel 2.6 Kelas Hambatan Samping

Frekuensi bobot dari kejadian	Kondisi khas	Kelas Hambatan Samping	Kode
< 50	Pedalaman,pertanian atau tidak berkembang tanpa kegiatan.	Sangat rendah	VL
50-149	Pedalaman ,beberapa bangunan dan kegiatan di samping jalan.	Rendah	L
150-249	Desa,kegiatan dan angkutan lokal.	Sedang	M
250-350	Desa,beberapa kegiatan pasar.	Tinggi	H
>350	Hampir perkotaan: banyak pasar/kegiatan perdagangan.	Sangat Tinggi	VH

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 untuk jalan luar

2.2.5 Penentuan Kapasitas Pada Kondisi Lapangan

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan persatuan jam yang melewati suatu titik jalan dalam kondisi yang ada. Rumus yang digunakan :

$$C = Co \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

- C = Kapasitas
- Co = Kapasitas dasar (smp/jam)
- FC_w = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas
- FC_{sp} = Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah
- FC_{sf} = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping

2.2.6 Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan (DS), didefinisikan sebagai ratio arus lalu lintas (Q) terhadap kapasitas (C) yang digunakan sebagai factor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu simpang dan juga segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan akan mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

Sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$DS = Q/C \dots \dots \dots (2.2)$$

dimana :

- DS = *Degree of Saturated* (Derajat Kejenuhan)
- Q = Arus Lalu Lintas (smp/jam)
- C = Kapasitas

Dalam MKJI disebutkan bahwa Derajat Kejenuhan disarankan tidak melebihi 0,75. Apabila nilai DS lebih besar dari 0,75 maka jalan tersebut perlu adanya pelebaran atau penambahan lajur baru.

2.3. Perencanaan Geometrik Jalan

Pada perencanaan geometric ini dilakukan dari awal pembuatan trase. Adapun parameter yang harus dihitung agar dapat menghasilkan rencana jalan yang baik diantaranya :

2.3.1 Alternatif Trase

Pada perencanaan trase ini dibuat tiga alternatif rencana trase, kemudian dipilih satu trase yang terbaik dengan tujuan dari perencanaan alternatif ini adalah untuk mencari trase yang lebih efisien. Penilaian tersebut meliputi :

- a. Panjang jalan
- b. Jumlah tikungan
- c. Kelandaian medan
- d. Jumlah Jembatan
- e. Kondisi sekitar lokasi

2.3.2 Jarak Pandang

Jarak pandang adalah panjang bagian jalan didepan pengemudi yang dilihatnya secara jelas dari kedudukan pengemudi.

Jarak pandang diperlukan atau digunakan :

1. Menghindari terjadinya kecelakaan atau tabrakan yang dapat membahayakan manusia dan kendaraan.
2. Memberi kemungkinan untuk mendahului kendaraan lain yang bergerak dengan kecepatan lebih rendah dengan mempergunakan lajur sebelahnya.
3. Menambah efisien jalan tersebut, sehingga volume pelayanan dapat dicapai semaksimal mungkin.

4. Sebagai pedoman bagi pengatur lalu lintas dalam menempatkan rambu-rambu lalu lintas yang diperlukan pada tiap segmen jalan

Jarak pandang terbagi menjadi dua yaitu : jarak pandang henti dan jarak pandang menyiap.

2.3.2.1 Jarak Pandang Henti

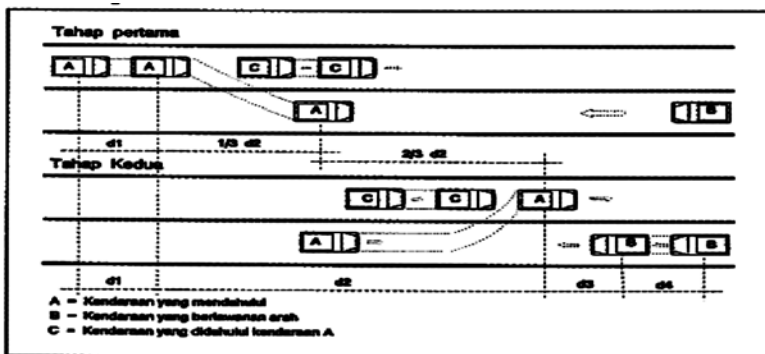
Jarak pandang henti adalah jarak minimum yang diperlukan pengemudi dengan kecepatan rencana untuk menghentikan kendaraan yang sedang berjalan setelah melihat adanya rintangan pada jalur yang dilaluinya. Jarak pandang henti itu sendiri merupakan jumlah dari dua jarak, yaitu:

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan
Antar Kota, Bina Marga 1997*

2.3.2.2 Jarak Pandang Menyiap

Jarak pandang menyiap adalah jarak yang diperlukan pengemudi untuk dapat mendahului kendaraan lain pada jalan dua jalur dengan aman. Jarak pandang mendahului dapat diukur berdasarkan tinggi mata pengemudi yang diasumsikan 105 cm dan tinggi dari halangan adalah 115 cm

Jarak pandang menyiap merupakan penjumlahan dari jarak - jarak pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Jarak Pandang Menyiap

Sedangkan jarak pandang menyiap yang harus dihitung:

$$Jd = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \dots\dots\dots \text{(pers 2.4)}$$

Keterangan :

d_1 = Jarak yang ditempuh selama waktu tanggap
(m)

d_2 = Jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula (m)

d_3 = Jarak antara kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan setelah proses menyiap selesai (m).

d_4 = Jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan, yang besarnya diambil sama dengan $2/3 d_2$ (m)

Jarak pandang menyiap J_d sesuai dengan kecepatan rencana V_r dapat diperlihatkan sebagai berikut :

Tabel 2.8 Panjang jarak pandang menyiap

V_r , km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
J_d (m)	800	670	550	350	250	200	150	100

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Bina Marga 1997

2.3.3. Gaya Yang Bekerja Pada Alinemen Horisontal

Alinemen horisontal adalah proyeksi dari sumbu jalan pada bidang yang horisontal (plan/denah). Pada alinemen horisontal terdiri dari garis lurus dan garis lengkung. Untuk garis lengkung terdiri dari busur peralihan dan busur lingkaran atau busur peralihan saja.

1. Gaya Sentrifugal

Pada alinemen horisontal terdapat dua jenis gaya yang bekerja, yaitu gaya sentripetal dan sentrifugal. Berdasarkan arah gaya, arah gaya sentripetal menuju ke arah pusat lingkaran sedangkan gaya sentrifugal ke arah luar (menjauhi titik pusat lingkaran) atau terlempar ke

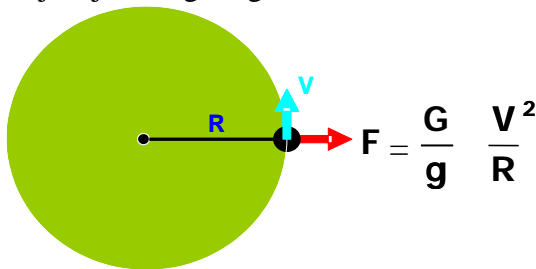
luar. Pada alinemen horisontal, gaya yang diperhitungkan adalah gaya sentrifugal.

Gaya sentrifugal F akan terjadi jika benda (kendaraan) dengan kecepatan V melintasi suatu lengkung seperti lingkaran (tikungan). Gaya ini akan mendorong kendaraan keluar lintasan dengan arah tegak lurus terhadap kecepatan V . Besarnya gaya sentrifugal dapat dihitung dengan menggunakan pers. 3.1, sedangkan ilustrasi gaya sentrifugal dapat dilihat pada gambar 2.2.

$$\text{Gaya sentrifugal (F)} = m \cdot a = G/g \cdot a = G/g \cdot V^2/R \quad (2.5)$$

dimana :

- m = massa benda (kendaraan)
- G = berat kendaraan, kg
- g = gaya grafitasi, m/dt^2
- a = percepatan sentrifugal, m/dt^2
= V^2/R
- V = kecepatan kendaraan, km/jam
- R = jari-jari lengkung lintasan, m



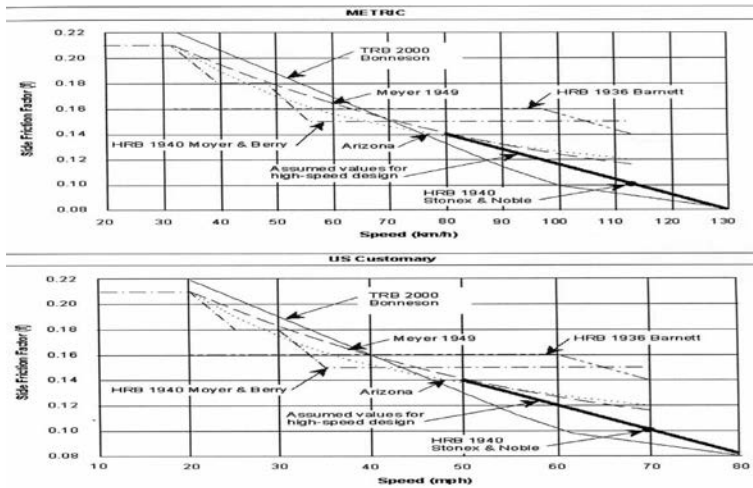
Gambar 2.2. Gaya sentrifugal pada alinemen horisontal

Agar kendaraan yang melintasi sebuah lengkungan (tikungan) tidak terlempar keluar lintasan, perlu adanya gaya-gaya yang dapat mengimbangnya sehingga kendaraan tidak terlempar keluar lintasan. Gaya-gaya tersebut antara lain :

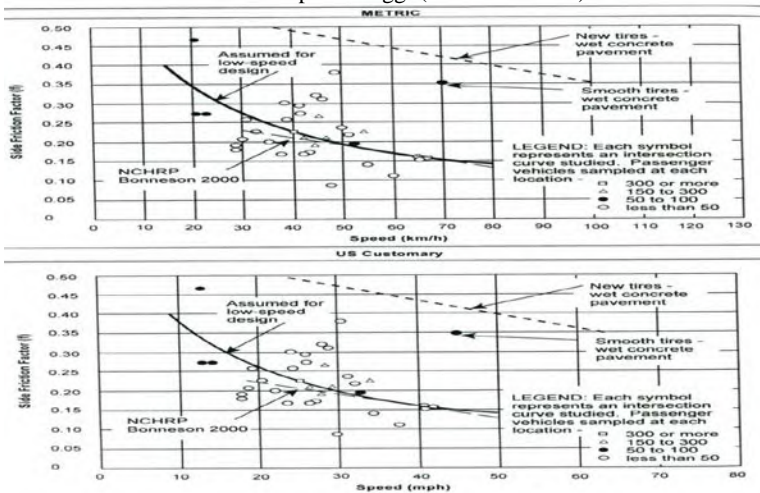
1. Gaya gesek melintang antara roda kendaraan dengan permukaan perkerasan jalan
2. Berat kendaraan akibat adanya kemiringan melintang permukaan jalan.

2. Gaya Gesek Melintang Antara Roda Kendaraan dengan Permukaan Perkerasan Jalan

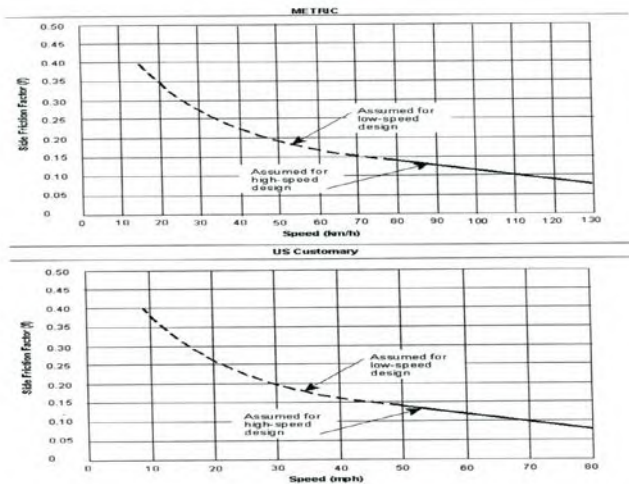
3. Gaya gesek melintang, F_s adalah gaya gesek arah melintang permukaan jalan yang ditimbulkan oleh roda (ban) kendaraan dengan permukaan jalan. Dalam perencanaan alinemen horisontal faktor gaya gesek yang digunakan dalam perencanaan adalah koefisien gesekan melintang. Koefisien ini diilustrasikan sebagai perbandingan antara gaya gesek melintang dengan gaya normal yang berkerja.
4. Secara umum, besarnya koefisien gesekan melintang jalan, f dipengaruhi oleh beberapa faktor anatara lain : jenis dan kondisi ban, tekanan ban, tekstur permukaan ban, konstruksi permukaan perkerasan (kekasaran), kecepatan kendaraan dan yang tidak kalah penting adalah cuaca. Hubungan antara nilai koefisien gesekan melintang dengan kecepatan rencana kendaraan disajikan pada **Gambar 2.3** sampai dengan **Gambar 2.6**.



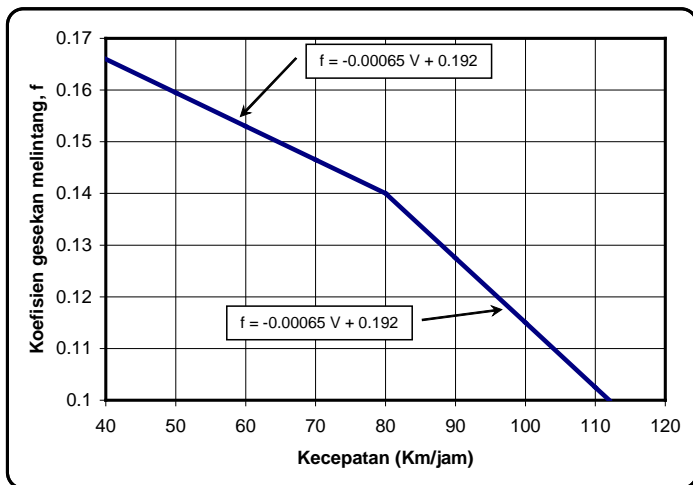
Gambar 2.3. Hubungan koefisien gesekan melintang dengan kecepatan rencana kendaraan untuk kecepatan tinggi (AASHTO 2004).



Gambar 2.4. Hubungan koefisien gesekan melintang dengan kecepatan rencana kendaraan untuk kecepatan rendah (AASHTO 2004).



Gambar 2.5. Koefisien gesekan melintang maksimum desain (AASHTO 2004)



Gambar 2.6. Koefisien gesekan melintang maksimum desain (Traffic Engineering Handbook, 1992)

2.3.4. Superelevasi

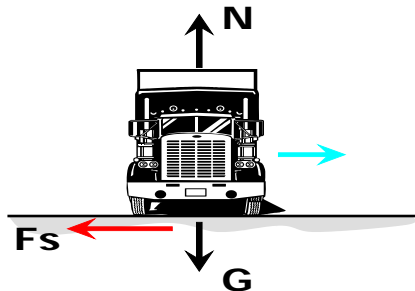
Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa pada kendaraan yang melintasi alinemen horisontal perlu adanya gaya-gaya yang dapat mengimbangi gaya sentrifugal supaya kendaraan tidak terlempar keluar lintasan.

Pada alinemen horisontal, terdapat faktor penting sebagai penyeimbang gaya antara lain:

1. Gaya gesek melintang antara roda kendaraan dengan permukaan perkerasan jalan
2. Berat kendaraan akibat adanya kemiringan melintang permukaan jalan.

Berbicara tentang kesimbangan gaya, terdapat 3 kondisi gaya-gaya yang berkerja pada alinemen horisontal antara lain :

1. Gaya sentrifugal diimbangi dengan gaya gesek, F_s roda kendaraan dengan permukaan jalan arah melintang.



$$F = \frac{G V^2}{g R}$$

$$\begin{aligned} F_s &= f \cdot N ; N = G \\ &= f \cdot G \end{aligned}$$

$$F_s = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R}$$

$$f \times G = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \quad \Rightarrow \quad f = \frac{V^2}{g R}$$

Jika $g = 9.81 \text{ m/dt}^2$ dan $V = \text{km/jam}$, maka :

$$f = \frac{V^2}{127 R} \quad (2.6)$$

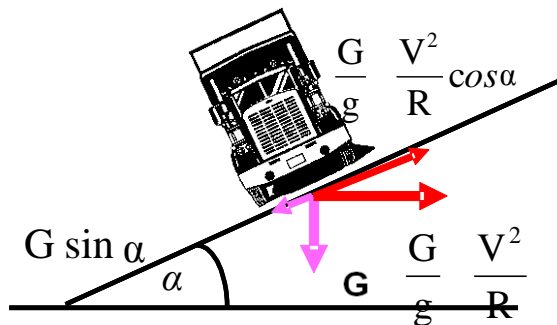
dimana :

f = koefisien gesek ban dan permukaan jalan

V = kecepatan rencana (m/jam)

R = jari-jari lengkung (m)

2. Gaya sentrifugal diimbangi hanya dengan kemiringan melintang jalan.



$$G \sin \alpha = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \cos \alpha$$

$$G \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \rightarrow \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{V^2}{g R} \rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{V^2}{g R}$$

jika $\operatorname{tg} \alpha = e$, maka :

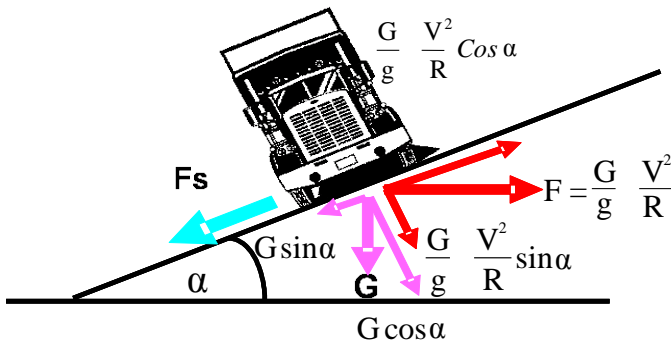
$$e = \frac{V^2}{g R} \quad \rightarrow \quad e = \frac{V^2}{127 R}$$

(2.7)

dimana :

e = kemiringan melintang jalan (super-elevasi jalan), %

3. Gaya sentrifugal diimbangi dengan gaya gesek dan kemiringan melintang jalan.



$$G \sin \alpha + F_s = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \cos \alpha \quad ; \quad F_s = f \cdot N = f \cdot G$$

$$G \sin \alpha + f G \cos \alpha + \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \sin \alpha = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \cos \alpha \rightarrow \text{dibagi}$$

$\cos \alpha$

$$G \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} + f G \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha} + \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \times \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \times \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha}$$

$$G \operatorname{tg} \alpha + f G + \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \times \operatorname{tg} \alpha = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \rightarrow \text{dibagi } G$$

$$\operatorname{tg} \alpha + f + \frac{V^2}{g R} \operatorname{tg} \alpha = \frac{V^2}{g R} \rightarrow \operatorname{tg} \alpha = e$$

$$e + f + \frac{V^2}{g R} e = \frac{V^2}{g R}$$

$$e + f + \frac{V^2}{g R} e f = \frac{V^2}{g R} \rightarrow e \cdot f \approx \text{kecil sekali } (= 0), \text{ maka:}$$

$$e + f = \frac{V^2}{g R}$$

$$e + f = \frac{V^2}{127 R} \quad (2.8)$$

Berdasarkan ke 3 kondisi tersebut, kondisi ke 3 dengan persamaan 4.3 adalah kondisi yang ideal untuk merencanakan alinemen horisontal.

Besarnya nilai super-elevasi jalan di Indonesia baik untuk luar kota maupun dalam kota bervariasi yaitu 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% (Tata cara perencanaan Geometrik

Jalan Antar Kota dan Jalan Perkotaan, Departemen PU, Ditjen Bina Marga, 1997, 1992). Namun demikian, nilai e maksimum menurut Bina Marga untuk jalan dalam kota adalah 8% dan untuk jalan luar kota adalah 10%. Sedangkan menurut A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO, 2004 nilai e maksimum untuk semua jenis jalan adalah 4%, 6%, 8%, 10% dan 12%. Besarnya nilai super-elevasi, e dapat dilihat pada **tabel 2.9**, sedangkan ilustrasi tentang diagram superelevasi dapat dilihat pada **Gambar 2.7**.

Tabel 2.9. Nilai Superelevasi, e dan Panjang Lengkung Peralihan, L_s

D (o)	R (m)	V = 50 km/jam e Ls		V = 60 km/jam e Ls		V = 70 km/jam e Ls		V = 80 km/jam e Ls		V = 90 km/jam e Ls																			
0,25	5730	LN	0	LN	0	LN	0	LN	0	LN	0																		
0,50	2865	LN	0	LN	0	LN	60	LP	70	LP	75																		
0,75	1910	LN	0	LP	50	LP	60	LP	70	0,025	75																		
1,00	1432	LP	45	LP	50	LP	60	0,026	70	0,032	75																		
1,25	1146	LP	45	LP	50	0,025	60	0,031	70	0,038	75																		
1,50	955	LP	45	0,022	50	0,029	60	0,036	70	0,045	75																		
1,75	819	LP	45	0,025	50	0,033	60	0,041	70	0,050	75																		
2,00	716	LP	45	0,028	50	0,037	60	0,046	70	0,055	75																		
2,50	573	0,025	45	0,034	50	0,044	60	0,054	70	0,064	75																		
3,00	477	0,029	45	0,040	50	0,050	60	0,060	70	0,070	75																		
3,50	409	0,033	45	0,045	50	0,056	60	0,065	70	0,075	75																		
4,00	358	0,037	45	0,049	50	0,061	60	0,071	70	0,079	75																		
4,50	318	0,041	45	0,053	50	0,064	60	0,074	70	0,080	75																		
5,00	286	0,044	45	0,057	50	0,068	60	0,077	70	Dmaka = 4,67																			
6,00	239	0,050	45	0,063	50	0,074	60	0,080	70	Dmaka = 6,25																			
7,00	205	0,056	45	0,068	50	0,078	60	Dmaka = 8,43																					
8,00	179	0,060	45	0,073	50	0,080	60	Dmaka = 11,74																					
9,00	159	0,064	45	0,076	50	Dmaka = 17,47																							
10,00	143	0,068	45	0,078	50	Dmaka = 11,74																							
11,00	130	0,071	45	0,079	50							Dmaka = 11,74																	
12,00	119	0,074	45	Dmaka = 11,74																									
13,00	110	0,076	45												Dmaka = 11,74														
14,00	102	0,078	45															Dmaka = 11,74											
15,00	95	0,079	45																		Dmaka = 11,74								
16,00	90	0,080	45																					Dmaka = 11,74					
17,00	84	0,080	45																								Dmaka = 11,74		
Dmaka = 17,47									Dmaka = 11,74																				
Dmaka = 11,74							Dmaka = 11,74																						
Dmaka = 11,74				Dmaka = 11,74																									

Keterangan :

LN = lebar jalan normal diasumsikan = 2 %

LP = lebar jalan diputar sehingga perkerasan sebesar lebar jalan normal = 2 %.

Ls = diperluhkan dengan mempertinab Short, landai relatif maksimum (ganbat dan lebar perkerasan 2 x 3,75 m.

Keterangan :

LN = lereng jalan normal diasumsikan = 2 %
LP = lereng luar diputar sehingga perkerasan sebesar lereng jalan normal = 2 %.

L_s = diperhitungkan dengan mempertimaba Short, landai relatif maksimum (gambar dan lebar perkerasan 2 x 3,75 m.

(e mak 8% metode Bina Marga)

Lanjutan Tabel 2.9.

D (o)	R (m)	V = 50 km/jam		V = 60 km/jam		V = 70 km/jam		V = 80 km/jam		V = 90 km/jam	
		e	Ls	e	Ls	e	Ls	e	Ls	e	Ls
0,250	5730	LN	0	LN	0	LN	0	LN	0	LN	0
0,500	2865	LN	0	LN	0	LP	60	LP	70	LP	75
0,750	1910	LN	0	LP	50	LP	60	0,020	70	0,025	75
1,000	1432	LP	45	LP	50	0,021	60	0,027	70	0,033	75
1,250	1146	LP	45	LP	50	0,025	60	0,033	70		
1,500	955	LP	45	0,023	50	0,030	60	0,038	70	0,047	75
1,750	819	LP	45	0,026	50	0,035	60	0,044	70	0,054	75
2,000	716	LP	45	0,029	50	0,039	60	0,049	70	0,060	75
2,500	573	0,026	45	0,036	50	0,047	60	0,059	70	0,072	75
3,000	477	0,030	45	0,042	50	0,055	60	0,068	70	0,081	75
3,500	409	0,035	45	0,048	50	0,062	60	0,076	70	0,089	75
4,000	358	0,039	45	0,054	50	0,068	60	0,082	70	0,095	75
4,500	318	0,043	45	0,059	50	0,074	60	0,088	70	0,099	75
5,000	286	0,048	45	0,064	50	0,079	60	0,093	70	0,100	75
6,000	239	0,055	45	0,073	50	0,088	60	0,098	70	Dmaks = 5,12	
7,000	205	0,062	45	0,080	50	0,094	60	Dmaks = 6,82			
8,000	179	0,068	45	0,086	50	0,098	60				
9,000	159	0,074	45	0,091	50	0,099	60				
10,000	143	0,079	45	0,095	60	Dmaks = 9,12					
11,000	130	0,083	45	0,098	60						
12,000	119	0,087	45	0,100	60						
13,000	110	0,091	50	Dmaks = 12,79							
14,000	102	0,093	50								
15,000	95	0,096	50								
16,000	90	0,097	50								
17,000	84	0,099	60								
18,000	80	0,099	60								
19,000	75	Dmaks = 18,85									

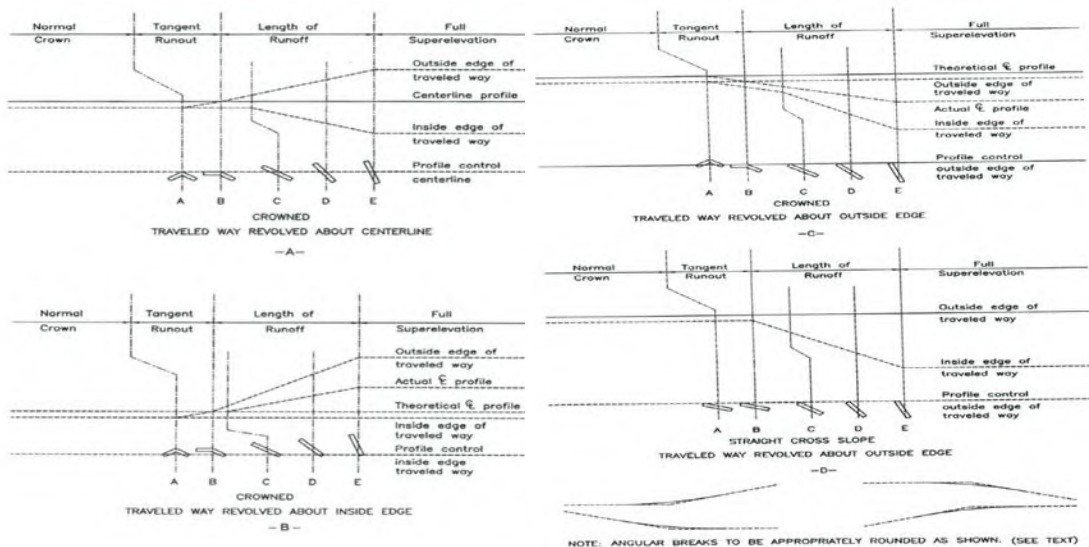
Keterangan :

LN = lereng jalan normal diasumsikan = 2 %

LP = lereng luar diputar sehingga perkerasan mendapat superelevasi sebesar lereng jalan normal = 2 %

$I \epsilon$ = diperhitungkan dengan mempertimbangkan rumus modifikasi Shortt, landai relatif maksimum (gambar 12), jarak tempuh 2 detik, dan lebar perkerasan $2 \times 3,75$ m.

(e mak 10% metode Bina Marga)



Gambar 2.7. Ilustrasi diagram superelevasi dan potongan melintang jalan

2.3.5. Alinemen Horisontal

Alinemen horizontal adalah lengkung yang menghubungkan kedua garis tangent, untuk perencanaan lengkung tersebut dibutuhkan beberapa parameter berikut, diantaranya :

1. Perhitungan Panjang Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan atau sering disebut lengkung spiral juga merupakan lengkung spiral clothoid. Radius pada spiral clothoid diawali dari radius yang terhingga sampai dengan radius yang merupakan radius lingkaran.

Sesuai dengan nama peralihan, fungsi dari lengkung spiral adalah untuk mengantisipasi perubahan

alinemen jalan dari betuk lurus dengan R tak terhingga sampai pada bentuk lengkung dengan R tetap atau untuk menuntun kendaraan dari posisi kemiringan normal (jalan lurus) ke kemiringan alinemen horisontal (tikungan) sebagaimana fenomena keimbangan gaya yang diakibatkan adanya gaya sentrifugal. Perhitungan lengkung peralihan, L_s adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan waktu tempuh di lengkung peralihan.

$$L_s = \frac{Vd \quad t}{3.6} \quad (2.9)$$

dimana :

Vd = kecepatan rencana, km/jam

t = waktu tempuh di lengkung peralihan, detik (= 3 detik)

2. Berdasarkan landai relatif.

$$L_s \geq (e + e_n) B \quad m_{maks} \quad (2.10)$$

dimana :

L_s = panjang lengkung peralihan, m

e = superelevasi, %

e_n = kemiringan melintang normal, %

B = lebar jalur per arah, m

m_{maks} = landai relatif maksimum

Tabel 2.10. Kelandaian relatif maksimum

AASHTO 1990	
Kec. Rencana (km/jam)	Kelandaian relatif maks, m_{maks}
32	33
48	150
64	175
80	200
88	123
96	222
104	244
112	250

Bina Marga (Luar Kota)	
Kec. Rencana (km/jam)	Kelandaian relatif maks, m_{maks}
20	50
30	75
40	100
50	115
60	125
80	150
100	

3. Berdasarkan rumus Modifikasi Shortt.

$$L_s = 0.022 \frac{V^3}{R C} + 2.727 \frac{V e}{C} \quad (2.11)$$

dimana :

L_s = panjang lengkung peralihan, m

V = kecepatan rencana, km/jam

R = jari-jari tikungan, m

C = perubahan percepatan, m/dt^3 (0.3 – 0.9 m/dt^3)

e = superelevasi, %

4. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian.

$$L_s = \frac{(E_{maks} - E_n) V_d}{3.6 r_e} \quad (2.12)$$

dimana :

L_s = panjang lengkung peralihan, m

E_{maks} = superelevasi maksimum, %

e_n = kemiringan melintang normal, %

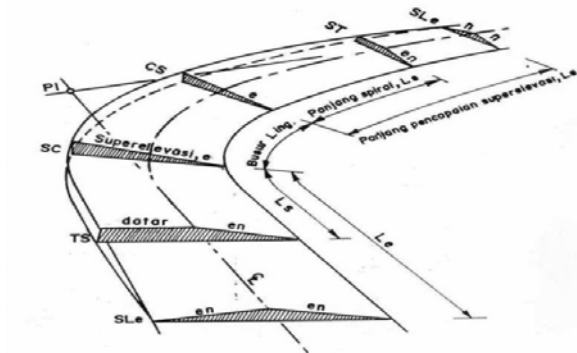
V_d = kecepatan rencana, km/jam

R_e = tingkat pencapaian perubahan kemiringan melintang jalan,

= 0.035 m/m/detik untuk $V_d \leq 70$ km/jam

= 0.025 m/m/detik untuk $V_d \geq 80$ km/jam

Dari ke empat persamaan tersebut, panjang lengkung peralihan, L_s yang digunakan untuk perencanaan adalah L_s dengan nilai yang terbesar. Untuk ilustrasi L_s terlihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. Ilustrasi Lengkung Peralihan Pada Tikungan

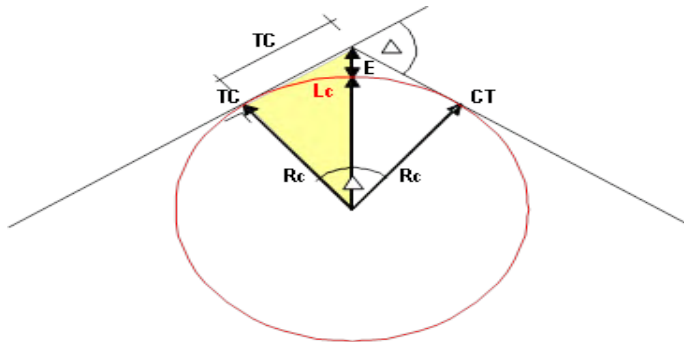
2. Perhitungan Alinemen Horisontal

Ada 3 bentuk alinemen horisontal, antara lain :

1. Lengkung busur lingkaran sederhana (*full circle*)
2. Lengkung busur lingkaran dengan lengkung peralihan (*spiral – circle – spiral*)
3. Lengkung peralihan (*spiral – spiral*)

1. Lengkung busur lingkaran sederhana (*full circle*)

Lengkung full circle pada umumnya hanya dapat digunakan jika jari-jari tikungan R yang direncanakan besar dan nilai superelevasi e lebih kecil dari 3%. Bentuk lengkung dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9. Bentuk lengkung full circle

Parameter lengkung full circle :

$$Tc = R \quad \text{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) \quad (2.13)$$

$$E = \frac{R}{\cos \frac{1}{2} \Delta} - R \quad (2.14)$$

$$L_c = \frac{\Delta \pi}{180} R \quad (2.15)$$

dimana :

Tc = Panjang tangen dari PI (Point of Intersection),
 m = titik awal peralihan dari posisi lurus ke lengkung

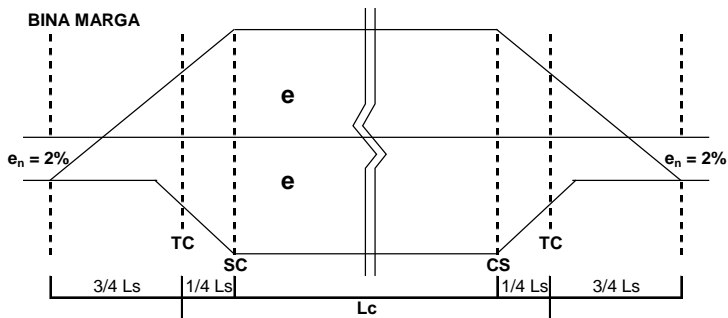
R = jari-jari alinemen horisontal, m

Δ = sudut alinemen horisontal, °

E = jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran, m

Lc = panjang busur lingkaran, m

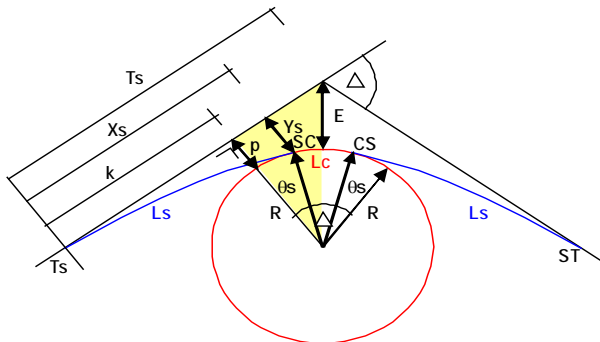
Berdasarkan rumusan diatas, tidak dijumpai adanya panjang lengkung peralihan. Padahal lengkung tersebut sangat penting pada alinemen horisontal. Karena bentuk lengkungnya adalah full circle, maka pencapaian superelevasi dilakukan pada bagian lurus dan lengkung. Sehingga lengkung peralihan pada lengkung full circle sering disebut panjang lengkung peralihan fiktif. Bina Marga menetapkan 3/4 Ls berada pada bagian lurus sisinya pada bagian lengkung. Bentuk diagram superelevasi Full Circle dengan as jalan sebagai sumbu putar dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10. Diagram superelevasi lengkung full circle

2. Lengkung busur lingkaran dengan lengkung peralihan (*spiral – circle – spiral*)

Lengkung *spiral – circle – spiral* pada umumnya digunakan jika nilai superelevasi $e \geq 3\%$ dan panjang $L_c > 25$ meter. Bentuk lengkung dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11. Bentuk lengkung spiral – circle – spiral

Parameter lengkung spiral – circle – spiral :

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} \quad (2.16)$$

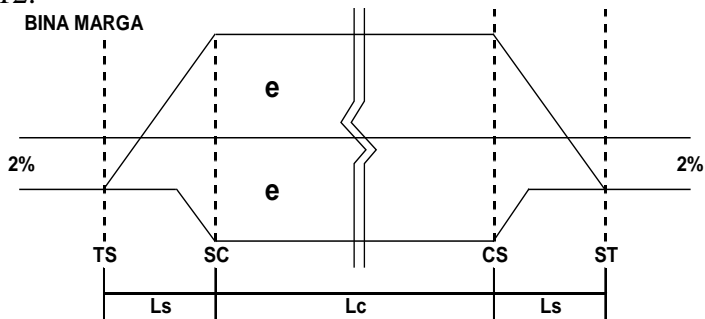
$$L_c = \frac{(\Delta - 2 \theta_s) * \pi}{180} \quad (2.17)$$

$$P =$$

E = jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran, m

X_s, Y_s = koordinat titik peralihan dari spiral ke circle (SC), m

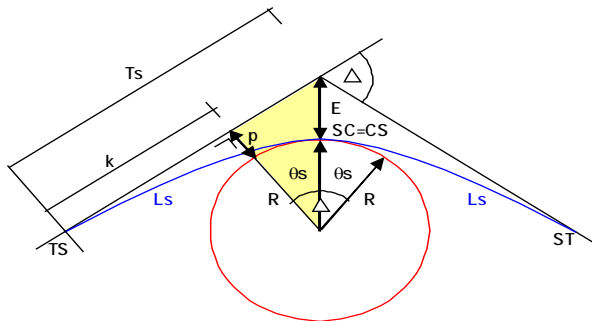
Bentuk diagram super-elevasi dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12. Diagram superelevasi lengkung spiral – circle – spiral

3. Lengkung peralihan (*spiral – spiral*)

Lengkung *spiral – spiral* pada umumnya digunakan jika nilai superelevasi $e \geq 3\%$ dan panjang $L_c \leq 25$ meter. Bentuk lengkung dapat dilihat pada gambar 2.16.



Gambar 2.13. Bentuk lengkung spiral – spiral

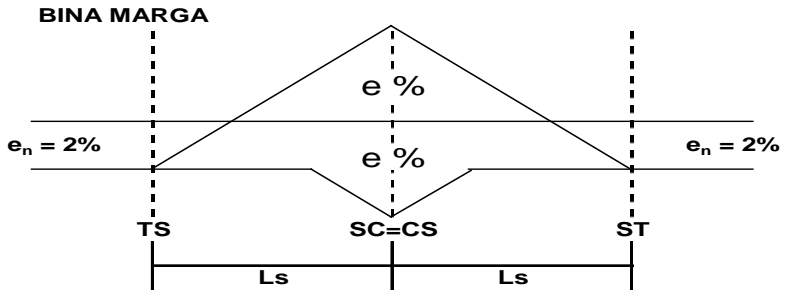
Parameter lengkung spiral – spiral :

$$\theta s = \frac{1}{2} \Delta \quad (2.24)$$

$$p = \frac{Ls^2}{6R} R (1 - \cos \theta s) \quad (2.25)$$

$$k = Ls -$$

Bentuk diagram super-elevasi dapat dilihat pada gambar 2.17.



Gambar 2.14. Diagram superelevasi lengkung spiral – spiral

2.3.6. Alinemen Vertikal

Alinyemen vertikal atau biasa juga disebut penampang melintang jalan didefinisikan sebagai perpotongan antara potongan bidang vertikal dengan badan jalan arah memanjang (Sukirman, 1994).

Perencanaan alinemen vertikal berkaitan erat dengan besarnya volume galian dan timbunan yang akan terjadi, oleh karena itu perencanaannya juga terkait dengan besarnya biaya konstruksi yang akan terjadi. Sebagai contoh, jalan yang cenderung mengikuti muka tanah asli akan menghasilkan volume galian dan timbunan yang relatif kecil sehingga mengakibatkan biaya yang ditimbulkan menjadi relatif murah.

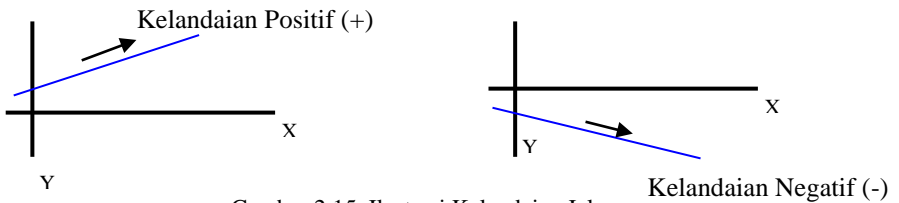
Elevasi muka jalan sebaiknya:

- Berada di atas elevasi permukaan tanah asli
- Berada di atas muka air banjir, pada daerah yang sering dilanda banjir.
- Dibuat dengan volume galian dan timbunan yang seimbang untuk minimalisasi biaya.

- Memperhatikan penurunan (settlement), pada tanah lunak.
- Memperhatikan perkembangan lingkungan

. Kelandaian Jalan

Yang disebut kelandaian selalu dilihat dari kiri ke kanan bidang gambar. Agar lebih jelas, berikut ini adalah ilustrasi penentuan kelandaian jalan yang terlihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15. Ilustrasi Kelandaian Jalan

a. Landai Minimum

Kelandaian jalan merupakan faktor yang perlu diperhatikan dalam perencanaan alinemen vertikal. Kelandaian yang bagus bagi kendaraan tentunya adalah kelandaian yang tidak menimbulkan kesulitan dalam mengoperasikan kendaraan yaitu kelandaian 0% (datar). Namun, untuk keperluan drainase justru kelandaian yang tidak datar-lah yang lebih disukai. Beberapa panduan yang bisa diikuti dalam perencanaan kelandaian adalah sebagai berikut:

1. Untuk jalan-jalan di atas timbunan yang tidak memiliki kereb dan kemiringan melintang jalan sudah memadai untuk mengalirkan air, maka kelandaian “datar” sangat dianjurkan.
2. Untuk jalan-jalan di atas timbunan dan berada pada medan datar serta memiliki kereb, maka kelandaian

- 0.15% dianjurkan untuk dipakai guna mengalirkan air menuju saluran samping atau inlet.
3. Untuk jalan-jalan di atas galian dan memiliki kereb dianjurkan untuk menggunakan kelandaian minimum sebesar 0.3%-0.5%.

b. Landai Maksimum

Selain memiliki batasan minimum, kelandaian juga memiliki batasan maksimum yang diijinkan. Hal ini terkait dengan masalah pengoperasian kendaraan, terutama kendaraan-kendaraan berat seperti truk. Pengaruh kelandaian terhadap pengoperasian kendaraan dapat berupa berkurangnya kecepatan kendaraan pada tingkat putaran mesin yang sama atau mulai digunakannya transmisi rendah (gigi rendah). Secara praktis, suatu nilai kelandaian masih diperkenankan bila kelandaian tersebut mengakibatkan kecepatan kendaraan lebih besar dari setengah nilai kecepatan rencana. Secara detil, batasan kelandaian maksimum menurut Bina Marga'90 dan AASHTO'90 ditunjukkan pada tabel 2.11.

Kecepatan Rencana (km/j)	Jalan Arteri Luar Kota (AASHTO'90)			Jalan Luar Kota (Bina Marga)	
	Datar	Perbukitan	Pegunungan	Kelandaian Maks Standar (%)	Kelandaian Maks Mutlak (%)
40				7	11
50				6	10
64	5	6	8		
60				5	9
80	4	5	7	4	8
96	3	4	6		
113	3	4	5		

Tabel 2.11. Kelandaian Jalan

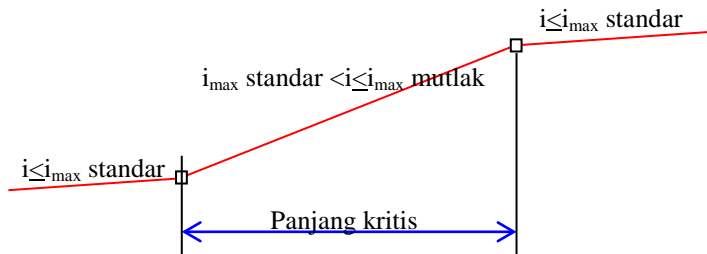
c. Panjang Kritis Kelandaian

Kelandaian maksimum standard yang ditunjukkan pada tabel 2.9 masih mungkin untuk dilampaui jika panjang ruas dengan sesuatu nilai gradien tidak melebihi panjang kritis yang yang diijinkan. Artinya, landai maksimum masih diperbolehkan sampai landai maksimum absolut asalkan panjangnya tidak melebihi nilai tertentu. Besarnya panjang kritis dapat dilihat pada tabel 2.12 dan gambar 2.16.

Tabel 2.12. Panjang Kritis

Kecepatan Rencana (km/j)											
80		60		50		40		30		20	
5 %	50 0 m	6 %	50 0 m	7 %	50 0 m	8 %	42 0 m	9 %	34 0 m	10 %	25 0 m
6 %	50 0 m	7 %	50 0 m	8 %	42 0 m	9 %	34 0 m	10 %	25 0 m	11 %	25 0 m
7 %	50 0 m	8 %	42 0 m	9 %	34 0 m	10 %	25 0 m	11 %	25 0 m	12 %	25 0 m
8 %	42 0 m	9 %	34 0 m	10 %	25 0 m	11 %	25 0 m	12 %	25 0 m	13 %	25 0 m

Penentuan panjang kritis berdasarkan pada pengurangan kecepatan kendaraan yang mencapai 30-50% kecepatan rencana dan kendaraan tersebut berjalan selama 1 menit.



Gambar 2.16. Ilustrasi Panjang Kritis

d. Lajur Pendakian

Pada jalan-jalan dengan kelandaian yang dilewati volume kendaraan yang cukup tinggi termasuk jenis kendaraan truk, maka pada jarak tertentu diperlukan lajur pendakian. Lajur pendakian dibuat untuk menghindari terjebaknya kendaraan yang lebih cepat di belakang kendaraan berat yang melaju lebih lambat.

2. Lengkung Vertikal

Bentuk Kurva yang mungkin untuk digunakan adalah sebagai berikut:

1. Circle (lingkaran)
2. Parabola

Namun demikian, bentuk parabola-lah yang direkomendasikan oleh Bina Marga untuk dipakai di Indonesia. Jika dilihat dari bentuknya, lengkung vertikal dibagi menjadi 2 macam, yaitu:

1. Lengkung Vertikal Cembung
2. Lengkung Vertikal Cekung

Kemungkinan bentuk lengkung vertikal parabola:

Tabel 2.13. lengkung vertical

No	g1	g2	E _v	Bentuk	Gambar
1	(-)	(+)	(-)	Cekung	
2	(-)	(-)	(-)	Cekung	
3	(+)	(+)	(-)	Cekung	
4	0%	(+)	(-)	Cekung	
5	(-)	0%	(-)	Cekung	
6	(+)	(-)	(+)	Cembung	
7	(+)	(+)	(+)	Cembung	

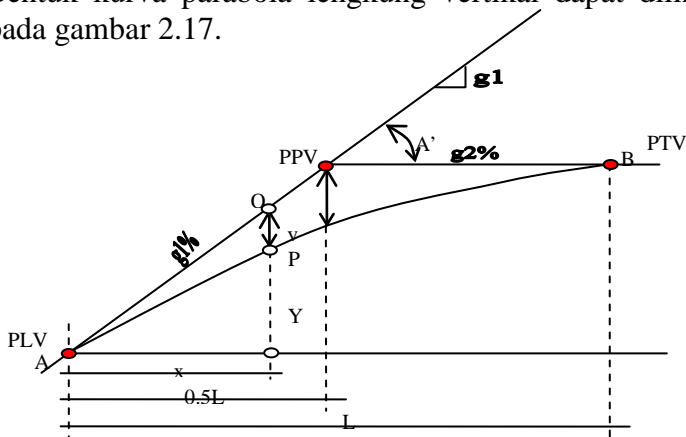
Lanjutan Tabel 2.13

8	(-)	(-)	(+)	Cembung	
9	0%	(-)	(+)	Cembung	
10	(+)	0%	(+)	Cembung	

Persamaan umum lengkung parabola adalah sebagai berikut:

$$Y=aX^2+bX+c$$

Bentuk kurva parabola lengkung vertical dapat dilihat pada gambar 2.17.



Gambar 2.17. Lengkung Vertikal

Titik PLV Peralihan Lengkung Vertikal

Titik PPV Pusat Perpotongan Vertikal

Titik PTV Peralihan Tangen Vertikal

Formula Lengkung Vertikal diturunkan dengan asumsi sebagai berikut:

- Panjang lengkung vertikal bukan merupakan panjang busur, tapi panjang proyeksi busur terhadap bidang datar.
- Perubahan garis singgung adalah konstan sebesar

$$\frac{d^2Y}{dx^2} = r \text{ (konstan).}$$

$$A = [g_1 - g_2] \quad (2.30)$$

A = perbedaan aljabar kelandaian

Ev = jarak vertikal titik PPV ke bagian lengkung di bawah/di atasnya.

$$\frac{d^2Y}{dx^2} = r \text{ (konstan).}$$

$$\frac{dY}{dx} = rx + C \quad \square \quad x = 0 \rightarrow \frac{dY}{dx} = g_1 \rightarrow C = g_1$$

$$x = L \rightarrow \frac{dY}{dx} = g_2 \rightarrow rL + g_1 = g_2 \rightarrow r = \frac{g_2 - g_1}{L}$$

$$\frac{dY}{dx} = \frac{(g_2 - g_1)}{L} X + g_1$$

$$Y = \frac{(g_2 - g_1)}{L} \frac{X^2}{2} + g_1 X + C'$$

Karena pada salah satu titik $X=0$ menghasilkan $Y=0$, maka $C'=0$, sehingga rumus di atas akan menjadi:

$$Y = \frac{(g_2 \cdot g_1)}{L} \frac{X^2}{2} + g_1 X \quad (2.31)$$

Dari gambar 2.25 di atas diperoleh:

$$(y+Y):(g_1 \cdot 0.5L) = x:0.5L$$

$$y+Y = g_1 x$$

$$g_1 x = Y + y$$

sehingga;

$$Y = \frac{(g_2 \cdot g_1)}{L} \frac{X^2}{2} + Y + y$$

$$y = \frac{g_1 \cdot g_2}{2L} X^2 \quad \square \quad y = \frac{A}{200L} X^2, \text{ jika } A \text{ dinyatakan dalam persen}$$

untuk $x=0.5L$ dan $y=Ev$, maka:

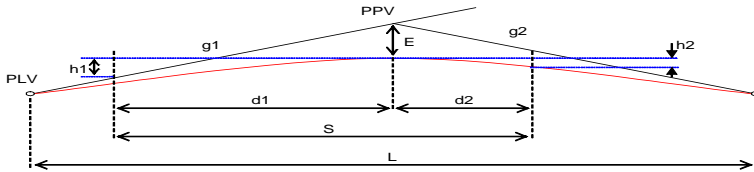
$$y = \frac{A}{200L} (0.5L)^2 \quad \square \quad Ev = \frac{AL}{800} \quad (2.32)$$

1. Lengkung Vertikal Cembung

Perencanaan lengkung vertikal cembung didasarkan pada dua kondisi, yaitu:

- Jarak Pandangan berada di dalam daerah lengkung ($S < L$)
- Lengkung berada di dalam jarak pandangan ($S > L$)

a. Lengkung Vertikal Cembung dengan $S < L$



Gambar 2.18. Lengkung Vertikal Cembung $S < L$

$$y = \frac{A}{200L} X^2 \quad \square \quad y = k \cdot X^2, \text{ dimana } k = \frac{A}{200L}$$

$$y = k \cdot X^2, (k = \text{konstanta})$$

$$y = Ev \rightarrow Ev = k(L/2)^2$$

$$y = h_1 \rightarrow h_1 = k d_1^2$$

$$y = h_2 \rightarrow h_2 = k d_2^2$$

Berapakah L?

$$\frac{h_1}{Ev} = \frac{k d_1^2}{k \frac{1}{4} L^2}$$

$$\frac{h_2}{Ev} = \frac{k d_2^2}{k \frac{1}{4} L^2}$$

$$\frac{h_1}{Ev} = \frac{4 d_1^2}{L^2}$$

$$\frac{h_2}{Ev} = \frac{4 d_2^2}{L^2}$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{h_1 L^2}{4Ev}} \quad d_2 = \sqrt{\frac{h_2 L^2}{4Ev}}$$

$$S = d_1 + d_2$$

$$S = \sqrt{\frac{h_1 L^2}{4Ev}} + \sqrt{\frac{h_2 L^2}{4Ev}}$$

$$Ev = \frac{AL}{800}$$

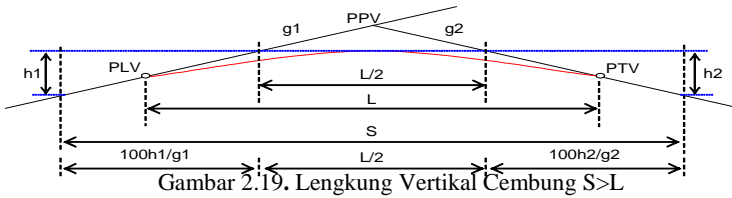
$$S = \sqrt{\frac{200h_1L}{A}} + \sqrt{\frac{200h_2L}{A}}$$

$$S = \sqrt{\frac{100L}{A}} ($$

Jika JPM yang dipakai;
 $h_1 = 120\text{cm}$, $h_2 = 120\text{ cm}$

$L =$

a. Lengkung Vertikal Cembung dengan $S > L$



$$S = \frac{1}{2}L + \frac{100h_1}{g_1} + \frac{100h_2}{g_2}$$

$$L = 2S \quad \frac{200h_1}{g_1} \quad \frac{200h_2}{g_2}$$

Panjang Lengkung minimum jika $dL/dg=0$, sehingga:

$$\frac{h_1}{g_1^2} - \frac{h_2}{g_2^2} = 0 \quad \square \quad \frac{h_1}{g_1^2} = \frac{h_2}{g_2^2}$$

$$g_2 = g_1 \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}$$

Karena A merupakan jumlah aljabar $g_1 + g_2$, maka:

$$A = g_1 + g_2$$

$$A = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} + 1 \quad g_1$$

$$g_1 = \frac{A\sqrt{h_1}}{\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}}$$

$$g_2 = \frac{A\sqrt{h_2}}{\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}}$$

Sehingga:

$$L = 2S -$$

dimensi panjang di atas, juga perlu diberikan batasan-batasan yang cukup untuk mengakomodasi keperluan drainasi jalan. Sebagai syarat drainase panjang lengkung vertikal diharapkan tidak melebihi nilai 50A. ($L \leq 50A$).

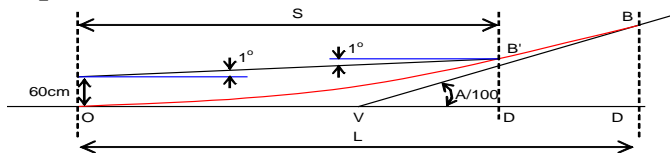
Selain syarat drainase, syarat lain yang harus diperhatikan dalam mendisain panjang lengkung vertikal adalah syarat kenyamanan yang besarnya tergantung pada kecepatan rencana. Lengkung vertikal cembung harus memenuhi syarat kenyamanan sebesar minimal dapat ditempuh dalam 3 detik perjalanan dengan menggunakan kecepatan rencana.

2. Lengkung Vertikal Cekung

Secara umum, lengkung vertikal cekung dibagi menjadi dua macam, yaitu;

- Berdasarkan penyinaran lampu kendaraan
- Jarak pandangan bebas di bawah jembatan

a. Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Penyinaran Lampu ($S < L$)



Gambar 2.20. Lengkung Vertikal Cekung $S < L$

$$DB = \frac{A}{100} \frac{L}{2}$$

$$D'B' = \frac{S^2}{L} DB$$

$$D'B' = \frac{S^2 A}{200L}$$

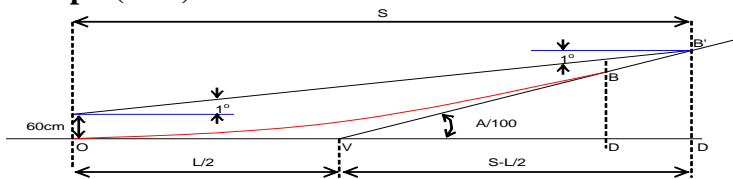
$$D'B' = 0.6 + S \operatorname{tg} 1^\circ$$

$$\operatorname{tg} 1^\circ = 0.0175$$

$$\frac{S^2 A}{200L} = 0.6 + S \operatorname{tg} 1^\circ$$

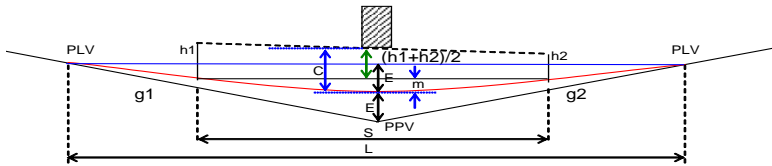
$$L = \frac{AS^2}{120 + 3.50S} \quad (2.35)$$

b. Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Penyinaran Lampu ($S > L$)



Gambar 2.21. Lengkung Vertikal Cekung $S > L$

$$D'B' =$$



Gambar 2.22. Lengkung Vertikal Cekung $S < L$

$$\frac{S^2}{L} = \frac{m}{E} \quad \square \quad E = \frac{AL}{800}$$

$$\frac{S^2}{L} = \frac{800m}{AL}$$

$$L = \frac{S^2 L}{800m} \quad \square \quad m = \frac{S^2 A}{800L}$$

Jika C adalah jarak antara permukaan perkerasan dengan bagian terendah jembatan (clearance jembatan), maka:

$$m = C \frac{h_1 + h_2}{2}$$

$$\frac{S^2 A}{800L} = C \frac{h_1 + h_2}{2}$$

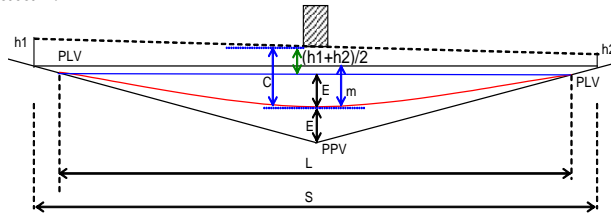
$$L = \frac{S^2 A}{800C \frac{h_1 + h_2}{2}}$$

Dengan memberikan angka $h_1 = 1.8\text{m}$, $h_2 = 0.5\text{m}$ dan $C = 5.5\text{m}$, maka persamaan di atas menjadi:

$$L = \frac{AS^2}{3480} \quad (2.37)$$

d. Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Pandangan Bebas di bawah Jembatan ($S > L$)

Asumsi: titik PPV berada tepat berada di bawah jembatan.



Gambar 2.23. Lengkung Vertikal Cekung $S > L$

$$\frac{S}{L} = \frac{E+m}{2E} \quad \square \quad \frac{S}{L} = \frac{1}{2} + \frac{m}{2E}$$

$$E = \frac{AL}{800}$$

$$m = C -$$

lengkung vertikal cekung tidak boleh kurang dari nilai L berikut:

$$L = \frac{AV^2}{380} \quad (2.39)$$

dimana:

V= kecepatan rencana, km/jam

A= perbedaan aljabar landai

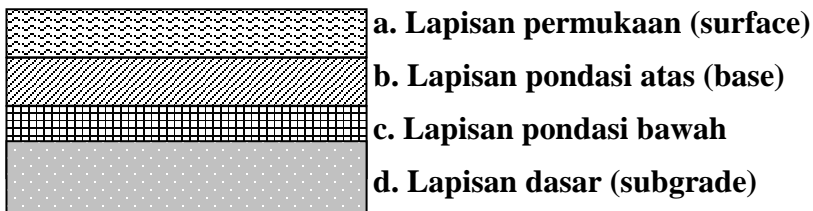
L= panjang lengkung vertikal cekung

2. Kenyamanan mengemudi

Untuk menghindari terlalu pendeknya panjang lengkung vertikal akibat perbedaan kelandaian yang terlalu kecil, maka panjang lengkung vertikal cekung disyaratkan minimal dapat ditempuh dalam 3 detik dengan menggunakan kecepatan rencana (≥ 3 detik perjalanan)

2.4. Perkerasan lentur

Perkerasan lentur (flexible pavement) ialah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan di bawahnya. Konstruksi perkerasan terdiri dari (terlihat pada gambar 2.24):



Gambar 2.24. Susunan lapisan konstruksi perkerasan lentur

Sumber : Petunjuk Perencanaan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen

2.4.1. Lapisan Permukaan (Surface Course)

Lapisan permukaan ialah bagian perkerasan yang terletak paling atas. Fungsi lapis permukaan antara lain:

1. Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda.
2. Sebagai lapis kedap air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat air Sebagai lapisan aus (wearing course), yaitu lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.

Bahan untuk lapisan permukaan umumnya adalah sama dengan bahan untuk lapis pondasi, dengan persyaratan yang lebih tinggi. Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air, di samping itu bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda lalu lintas.

2.4.2. Lapisan Pondasi Atas (Base Course)

Lapisan pondasi ialah bagian perkerasan yang terletak antara lapisan permukaan (surface course) dengan lapisan bawah (sub base course) atau dengan tanah dasar bila tidak menggunakan lapisan pondasi bawah. Fungsi lapisan pondasi antara lain:

1. Sebagai lapisan perkerasan yang menahan beban roda
2. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan

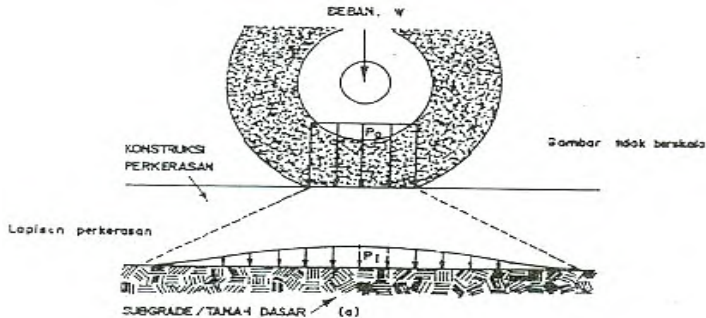
Bermacam-macam bahan alam/bahan setempat ($\text{CBR} \geq 50\%$, $\text{PI} \leq 4\%$) dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi, antara lain : batu pecah, kerikil pecah dan stabilitas tanah dengan semen atau kapur.

2.4.3. Lapisan Pondasi Bawah (Sub Base Course)

Lapisan pondasi bawah ialah bagian perkerasan yang terletak antara lapisan pondasi (base course) dan tanah dasar (subgrade). Fungsi lapisan pondasi bawah antara lain :

1. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda (terlihat pada gambar 2.28)
2. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).
3. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.
4. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar.

Ber macam-macam tipe tanah setempat ($CBR \geq 50\%$, $PI \leq 10\%$) yang relatif baik dari tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah.



Gambar 2.25. Penyebaran beban roda melalui lapisan perkerasan jalan

Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman

Keterangan : Pada Gambar 2.25 terlihat bahwa beban kendaraan dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui bidang kontak roda berupa beban terbagi rata P_o . Beban tersebut diterima oleh lapisan permukaan dan disebarkan ke tanah dasar menjadi P_1 yang lebih kecil dari daya dukung tanah dasar.

2.4.4. Lapisan Tanah Dasar (Sub Grade Course)

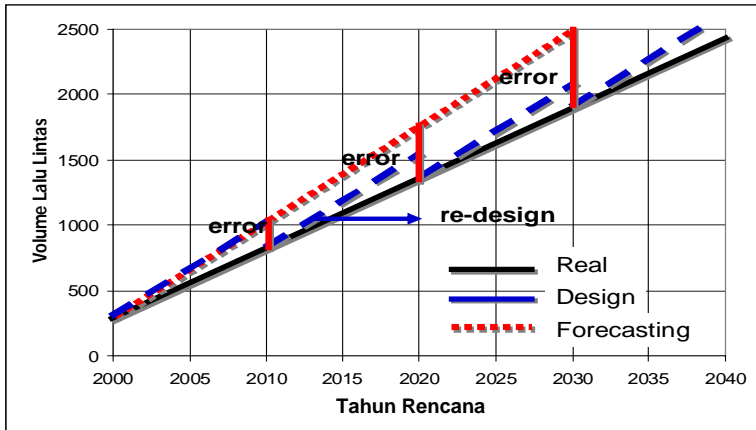
Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, tanah yang didatangkan dari tempat lain dan dipadatkan atau tanah yang distabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya.

2.4.5. Umur Rencana

Umur rencana adalah jumlah waktu dalam tahun yang dihitung dari sejak jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas sampai diperlukan perbaikan besar atau perlu diberi lapis ulang. Umur rencana untuk jenis perkerasan lentur (flexible pavement) berdasarkan Metode Analisa Komponen dari Bina Marga adalah 5 sampai 10 tahun.

Penentuan umur rencana yang terlalu singkat (< 5 tahun) akan menyebabkan desain perkerasan terlalu tipis dan akan cepat rusak oleh beban lalu lintas. Sedangkan bila umur rencana terlalu lama (> 10 tahun) akan menyebabkan desain tebal perkerasan terlalu tebal sehingga konstruksi menjadi mahal, disamping itu juga menyebabkan tingkat ketelitian untuk perkiraan jumlah

lalu lintas yang lewat sampai umur rencana juga menjadi kurang teliti (lihat Gambar 2.26. berikut.



Gambar 2.26. Penentuan Umur Rencana

2.4.6. Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Volume lalu lintas harian rata-rata ini merupakan jumlah kendaraan untuk masing-masing jenisnya. Secara umum jenis kendaraan yang berpengaruh terhadap tebal perkerasan dibagi menjadi 3 jenis, yaitu:

1. Truk atau kendaraan barang
2. Bus atau angkutan penumpang umum.
3. Mobil atau kendaraan pribadi.

Khusus untuk jenis kendaraan truk, masih dibagi menjadi beberapa type berdasarkan konfigurasi beban sumbunya (lihat juga tabel 2.14).

Data jumlah kendaraan tersebut dapat diketahui melalui survey traffic counting (survey perhitungan jumlah kendaraan dengan menggunakan alat counter yang biasanya dilakukan selama 24 jam).

Berdasarkan hasil survey tersebut, jumlah kendaraan dipisah berdasarkan masing-masing jenis dan tipe kendaraan seperti tersebut di atas. Data tersebut merupakan data kendaraan saat ini, untuk perencanaan diperlukan jumlah kendaraan sampai umur rencana. Untuk memperkirakan jumlah kendaraan tersebut dipakai perumusan pertumbuhan sebagai berikut:

$$F = P(1+i)^n$$

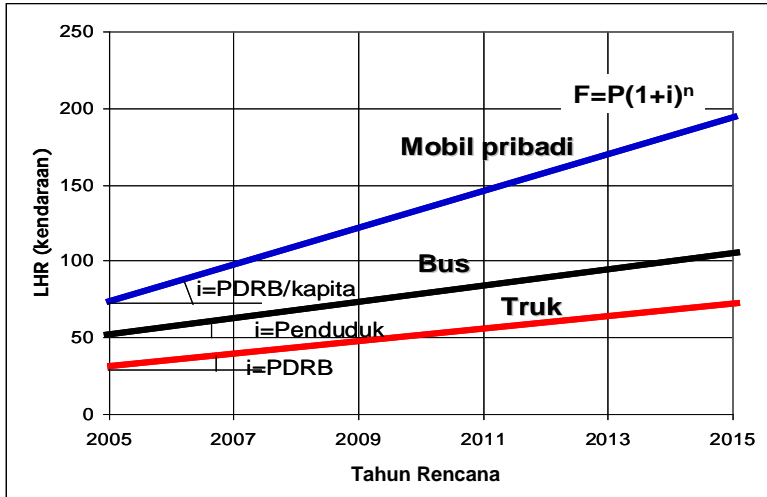
Dimana:

- F : jumlah kendaraan pada saat umur rencana
- P : jumlah kendaraan saat ini
- i : faktor pertumbuhan
- n : umur rencana

Untuk memperkirakan faktor pertumbuhan jumlah kendaraan dapat digunakan pendekatan sebagai berikut:

- a. Pertumbuhan truk atau angkutan barang dapat didekati dengan angka pertumbuhan ekonomi daerah (Product Domestic Regional Bruto – PDRB)
- b. Pertumbuhan bus atau angkutan umum penumpang dapat didekati dengan angka pertumbuhan penduduk
- c. Pertumbuhan mobil penumpang dapat didekati dengan angka pertumbuhan perkapita income (PDRB per kapita).

Secara skematis dapat digambarkan seperti pada gambar 2.30 berikut.



Gambar 2.27. Skematis Penentuan Angka Pertumbuhan Jumlah Kendaraan

Setelah diketahui jumlah kendaraan pada saat umur rencana tersebut kemudian dihitung besar lintas kendaraan yang disesuaikan dengan beban standar.

2.4.7. Kondisi Tanah Dasar

Disamping kondisi lalu lintas maka kondisi tanah dasar (sub grade) juga sangat mempengaruhi perhitungan tebal perkerasan. Kondisi tanah dasar yang dimaksud adalah daya dukung dari tanah dasar. Ukuran untuk menghitung daya dukung tanah dasar konstruksi jalan adalah hasil dari test California Bearing Ratio (CBR). California Bearing Ratio ialah suatu jenis test untuk mengukur daya dukung/ kekuatan geser tanah atau bahan pondasi jalan dengan mencari besarnya gaya yang diperlukan untuk menekan piston kepermukaan tanah

sedalam 0,1 inch (atau juga 0,2 inch). Harga CBR dapat dicari dengan dua cara yaitu langsung dari lapangan dan dari laboratorium.

Jika digunakan CBR lapangan maka pengambilan contoh tanah dasar dilakukan dengan tabung (undisturb), kemudian direndam (hal ini dilakukan karena pada kondisi terendam sebagai simulasi kondisi hujan, tanah tersebut mempunyai daya dukung yang paling rendah) dan diperiksa harga CBRnya. Dapat juga mengukur langsung di lapangan pada saat musim hujan. CBR laboratorium biasanya dipakai untuk perencanaan pembangunan jalan baru. Sementara ini dianjurkan untuk memperkirakan daya dukung tanah dasar berdasarkan pengukuran nilai CBR. Harga yang mewakili dari sejumlah harga CBR yang dilaporkan, ditentukan sebagai berikut :

- 1) Ditentukan harga CBR terendah.
- 2) Ditentukan berapa banyak harga CBR yang sama dan lebih besar dari masing-masing nilai CBR.
- 3) Angka jumlah terbanyak dinyatakan sebagai 100 %, sedangkan jumlah lainnya merupakan prosentase dari 100%.
- 4) Dibuat grafik hubungan antara harga CBR dan prosentase jumlah tadi.
- 5) Harga CBR yang mewakili untuk pembuatan jalan ialah yang didapat dari angka prosentase 90% atau dari angka prosentase 75%.

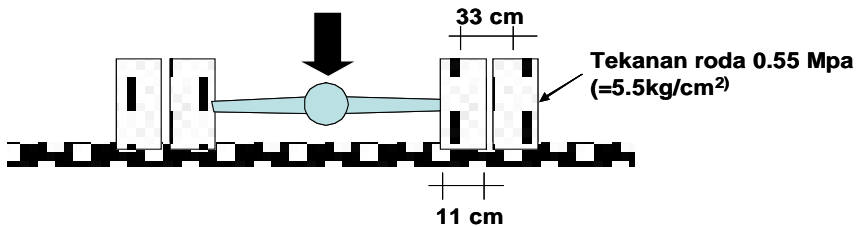
2.4.8. Angka Ekvivalen Beban Sumbu

Angka ekivalen beban sumbu adalah: angka yang menunjukkan jumlah lintasan dari sumbu tunggal seberat 8.16 ton (beban standar) yang akan menyebabkan

kerusakan yang sama atau penurunan indeks permukaan yang sama apabila kendaraan lewat satu kali.

Beban standar tersebut dapat dilihat pada gambar 2.28. berikut.

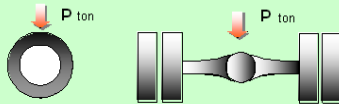
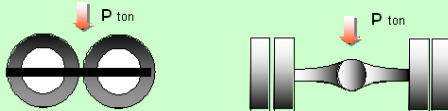

$$P = 8.16 \text{ ton} = 18000 \text{ pon}$$



Gambar 2.28. Beban Standar 8.16 t

Besar Ekuivalen Beban Sumbu Standar ini dapat dirumuskan seperti tabel 2.15.

Tabel 2.15. Rumus Untuk Ekuivalen Beban Sumbu

Jumlah Sumbu	Konfigurasi Sumbu	Rumus
Tunggal		$\left(\frac{P}{8.16}\right)^4$
Tandem/Ganda		$0.086 \times \left(\frac{P}{8.16}\right)^4$
Tridem		$0.0148 \left(\frac{P}{8.16}\right)^{4.352}$



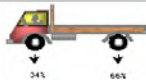



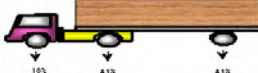
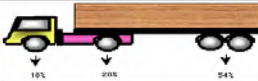
Berikut akan diberikan nilai ekuivalen faktor kerusakan untuk beberapa besar beban sumbu dan jenis kendaraan yang tercatat dalam tabel 2.16 dan Tabel 2.17.

Tabel 2.16. Angka Ekivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Beban Sumbu		Angka Ekivalen	
Kg	Lb	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1.000	2.205	0,0002	-
2.000	4.409	0,0036	0,0003
3.000	6.614	0,0183	0,0016
4.000	8.818	0,0577	0,0050
5.000	11.023	0,1410	0,0121
6.000	13.228	0,2923	0,0251
7.000	15.432	0,5415	0,0466
8.000	17.637	0,9238	0,0794
8.160	18.000	1,0000	0,0860
9.000	19.841	1,4798	0,1273
10.000	22.046	2,2555	0,1940
11.000	24.251	3,3022	0,2840
12.000	26.455	4,6770	0,4022
13.000	28.660	6,4419	0,5540
14.000	30.864	8,6647	0,7452
15.000	33.069	11,4184	0,9820
16.000	35.276	14,7815	1,2712

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1989

Tabel 2.17. Komposisi Roda dan Unit Ekvivalen 8,16 ton Beban As Tunggal

Konfigurasi Sumbu dan Type	Berat Ksorong (Ton)	Berat Muatan Maksimum (Ton)	Berat Total Maksimum (Ton)	UE 18 KSL ROLING	UE 18 KSL MAXIMUM	
1.1 MP	1.5	0.5	2	0.0001	0.0004	
1.2 BUS	3	6	9	0.0037	0.3006	
1.2L Truck	2.3	6	8.3	0.0013	0.2174	
1.2H Truck	4.2	14	18.2	0.0143	5.0264	
1.22 Truck	5	20	25	0.0044	2.7416	
1.2+2.2 Trailer	6.4	25	31.4	0.0085	4.9283	
1.2-2 Trailer	6.2	20	26.2	0.0192	6.1179	
1.2-22 Trailer	10	32	42	0.0327	10.183	

Sumber : Dept.PU Bina Marga

2.4.9.Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Analisa Komponen

Ada 2 macam metode yang digunakan untuk menentukan tebal perkerasan jalan yaitu metode AASTHO dan metode Bina Marga. metode Bina Marga dipilih karena metode ini telah disesuaikan dengan kondisi di Indonesia.

Perencanaan tebal perkerasan lentur menggunakan metode Bina Marga berdasarkan “Petunjuk Perencanaan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen“. Seperti telah dijelaskan sebelumnya, beberapa parameter yang berpengaruh dalam penentuan tebal perkerasan metode Bina Marga adalah lalu lintas harian rata-rata, angka ekivalen, lintas ekivalen permukaan, lintas ekivalen akhir, lintas ekivalen tengah, lintas ekivalen rencana, daya dukung tanah dasar, indeks permukaan, faktor regional, indeks tebal perkerasan dan tebal perkerasan.

1. Lintas Ekivalen Permukaan

Lintas Ekivalen Permukaan (LEP) adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada permulaan umur rencana. Dihitung dengan menggunakan rumus :

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \quad (2.40)$$

Dimana:

J = Jenis kendaraan

E = Angka Ekivalen tiap jenis kendaraan

C = Koefisien Distribusi Kendaraan (lihat tabel 2.18.)

Tabel 2.18. Koefisien Distribusi Kendaraan Pada Lajur Rencana

Jumlah lajur	Kendaraan Ringan (Berat total < 5 ton)		Kendaraan Berat (Berat total > 5 ton)	
	1 Arah	2 Arah	3 Arah	4 Arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 lajur	0,60	0,50	0,75	0,50
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,450
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,400

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1989

2. Lintas Ekuivalen Akhir

Lintas Ekuivalen Akhir (LEA) adalah jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada akhir umur rencana. LEA dihitung dengan rumus :

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{\text{Umur rencana}} \times C_j \times E_j \quad (2.41)$$

3. Lintas Ekuivalen Tengah

Lintas Ekuivalen Tengah (LET) adalah jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada pertengahan umur rencana. Untuk menghitung LET digunakan rumus :

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \quad (2.42)$$

4. Lintas Ekivalen Rencana

Lintas Ekivalen Rencana (LER) ialah suatu besaran yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan jumlah lintas ekivalen sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana. Perumusan menghitung LER ialah :

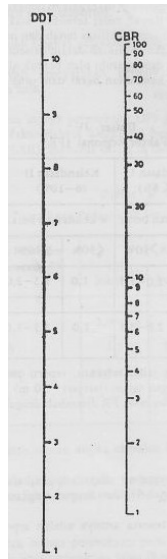
$$LER = LET \times FP \quad (2.43)$$

dimana :

$$FP(\text{Faktor Penyesuaian}) = \frac{\text{Umur Rencana}}{10}$$

5. Daya Dukung Tanah Dasar

Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) ialah suatu skala yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan kekuatan tanah dasar. Daya dukung tanah dasar (subgrade) pada perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR. Nilai DDT dapat dicari dengan menggunakan gambar korelasi DDT dan CBR pada gambar 2.29.



Gambar 2.29. Korelasi DDT dan CBR

Sumber: Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1989

Catatan : Hubungkan nilai CBR dengan garis mendatar ke sebelah kiri hingga diperoleh nilai DDT.

6. Indeks Permukaan

Indeks Permukaan (IP) ialah suatu angka yang digunakan untuk menyatakan keratan/kehalusan serta kekokohan permukaan jalan bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Indeks Permukaan diperkenalkan oleh AASHTO yang diperoleh dari pengamatan kondisi jalan, meliputi kerusakan-kerusakan seperti retak-retak, alur-alur, lubang-lubang, lendutan pada lajur roda, kekasaran permukaan dan lain sebagainya yang terjadi selama umur jalan tersebut.

Adapun beberapa nilai IP beserta artinya ialah seperti yang tersebut dibawah ini :

IP=1,0: menyatakan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

IP=1,5: tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).

IP =2,0: tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap.

IP = 2,5 : menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

Untuk menentukan nilai IP pada akhir umur rencana perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah Lalu Lintas Rencana (LER) seperti dicantumkan pada tabel 2.19.

Tabel 2.19. Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt)

LER	Klasifikasi Jalan			
	lokal	kolektor	arteri	Tol
< 10	1,0	1,5	1,5 –	-
10 –	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100	1,5 –	2,0	2,0	-
100 –	2,0	2,0 – 2,5	2,0 –	2,5
1000	-		2,5	
> 1000			2,5	

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1989

Pada proyek-proyek penunjang jalan, JAPAT (Jalan Agregat Padat Tahan Cuaca)/ Jalan Murah, atau jalan darurat maka IP dapat diambil 1,0.

Dalam menentukan IP pada awal umur rencana perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan/ kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana seperti yang dicantumkan pada tabel 2.20.

Tabel 2.20. Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo)

Jenis Lapis Perkerasan	IPo	Roughness (mm/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1000
	3,9 –	> 1000
LASBUTAG	3,5	≤ 2000
	3,9 –	> 2000
HRA	3,5	≤ 2000
	3,4 –	> 2000
BURDA	3,0	< 2000
BURTU	3,9 –	< 2000
LAPEN	3,5	≤ 3000
	3,4 –	> 3000
LATASBUM	3,0	
BURAS	3,9 –	
LATASIR	3,4	
JALAN TANAH	3,4 –	
JALAN KERIKIL	3,0	
	3,4 –	
	3,0	
	2,9 –	
	2,5	
	2,9 –	
	2,5	
	2,9 –	
	2,5	
	2,9 –	
	2,5	
	2,9 –	
	2,5	
	$\leq 2,4$	
	$\leq 2,4$	

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1989

7. Faktor Regional

Faktor Regional (FR) ialah faktor setempat, menyangkut keadaan lapangan dan iklim, yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan, daya dukung tanah dasar dan perkerasan. Nilai Faktor Regional (FR) didapat berdasarkan klasifikasi tanah yang ada pada tabel 2.21.

Tabel 2.21. Faktor Regional (FR)

	Kelandaian I ($< 6\%$)		Kelandaian II ($6-10\%$)		Kelandaian III ($> 10\%$)	
	% Berat kendaraan		% Berat kendaraan		% Berat Kendaraan	
	$\leq 30\%$	$>30\%$	$<30\%$	$>30\%$	$\leq 30\%$	$>30\%$
Iklim I <900 mm/th	0,5	1,0 - 1,5	1,0	1,5 - 2,0	1,5	2,0 - 2,5
Iklim II >900 mm/th	1,5	2,0 - 2,5	2,0	2,5 - 3,0	2,5	3,0 – 3,5

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1989

Keterangan : Iklim I <900 mm/th maksudnya curah hujan yang terjadi selama 1 tahun di bawah 900mm.

Pada bagian jalan tertentu, seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30 m) FR ditambah dengan 0,5. Pada daerah rawa-rawa FR ditambah dengan 1,0.

8. Indeks Tebal Perkerasan

Indeks Tebal Perkerasan (ITP) ialah suatu angka yang berhubungan dengan penentuan tebal perkerasan jalan yang nilainya didapat dengan nomogram pada gambar 2.33. sampai dengan gambar 2.41. Untuk harga $LER > 10.000$ nilai ITP diperoleh dengan persamaan :

$$\text{Log } W_{t18} = 9,36 \text{Log} \frac{ITP}{2,54} + 1 - 0,2 + \frac{Gt}{0,40 + \frac{1094}{5,19 \frac{ITP}{2,54} + 1}} +$$

$$\text{Log} \frac{1}{FR} + 0,372 \frac{DDT}{1,2} \quad 3 \quad (2.53)$$

$$W_{t18} = LER \times \text{Umur Rencana} \times 365 \quad (2.44)$$

$$Gt = \text{Log} \frac{IP_o}{IP_o} \frac{IP_t}{1,5} \quad (2.45)$$

Dimana :

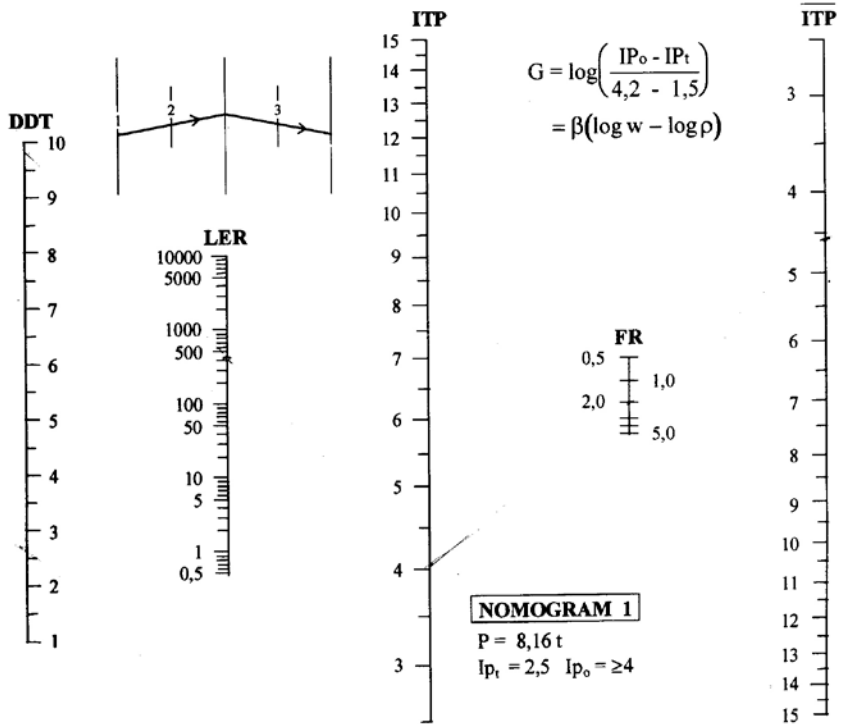
W_{t18} = Beban lalu lintas selama umur rencana atas dasar sumbu tunggal 18000 pon yang telah diperhitungkan terhadap faktor regional.

Gt = Fungsi logaritma dari perbandingan antara kehilangan tingkat pelayanan dari $IP = IP_o$ sampai $IP = IP_t$ dengan kehilangan tingkat pelayanan dari IP_o sampai $IP_t = 1,5$.

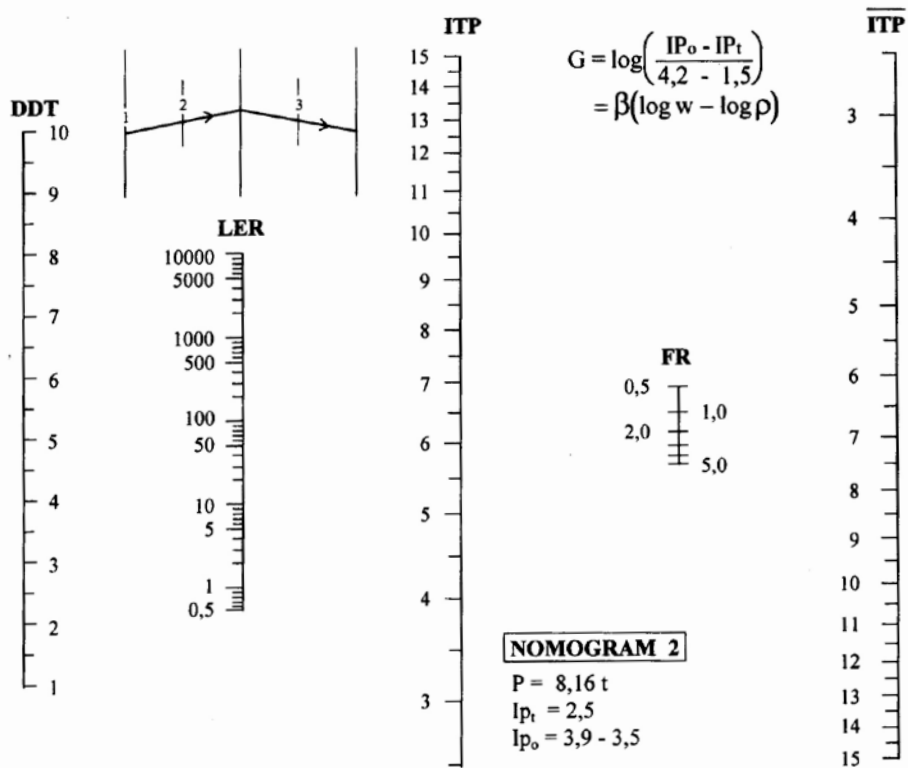
ITP = Indeks Tebal Perkerasan

DDT = Daya Dukung Tanah

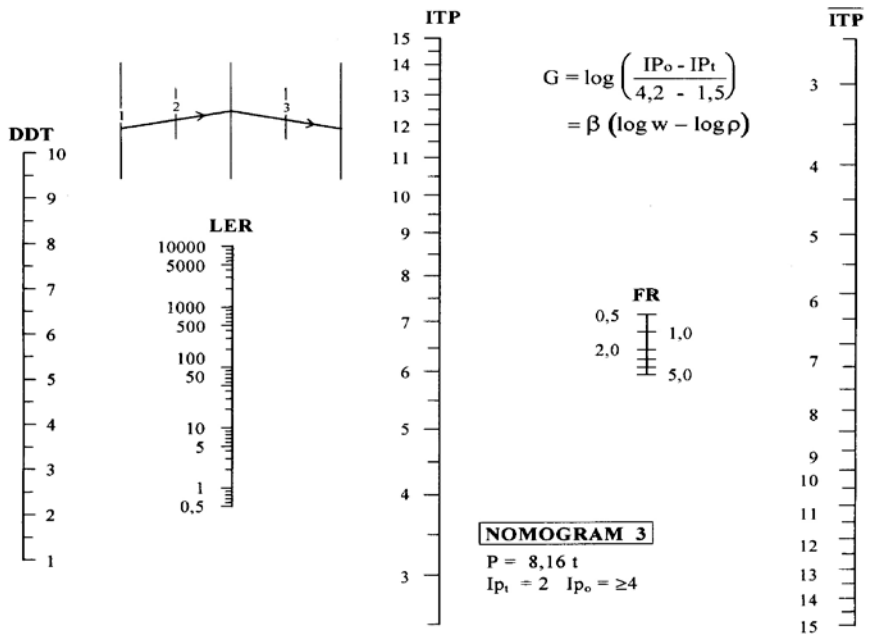
FR = Faktor Regional



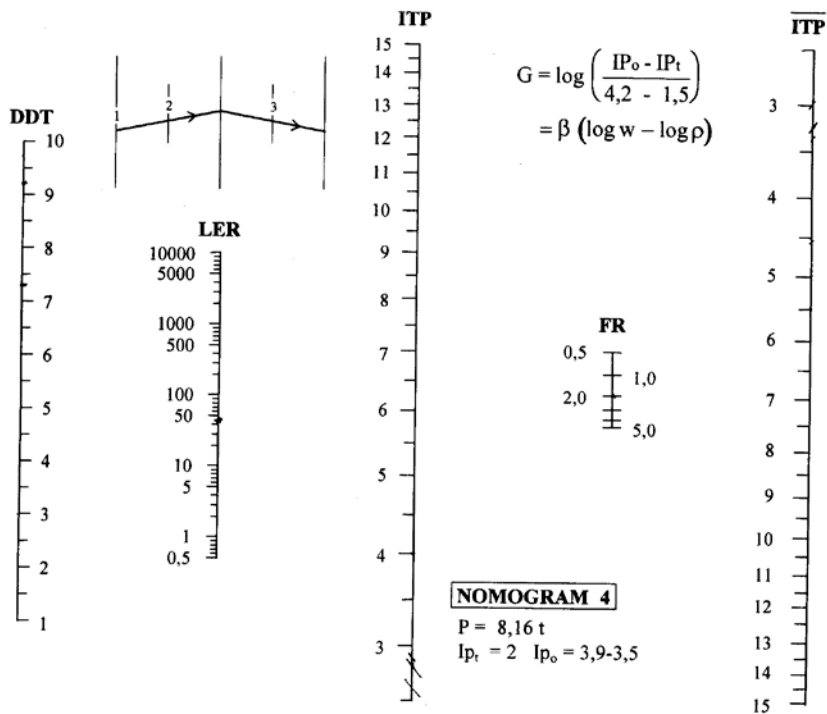
Gambar 2.30. Nomogram 1



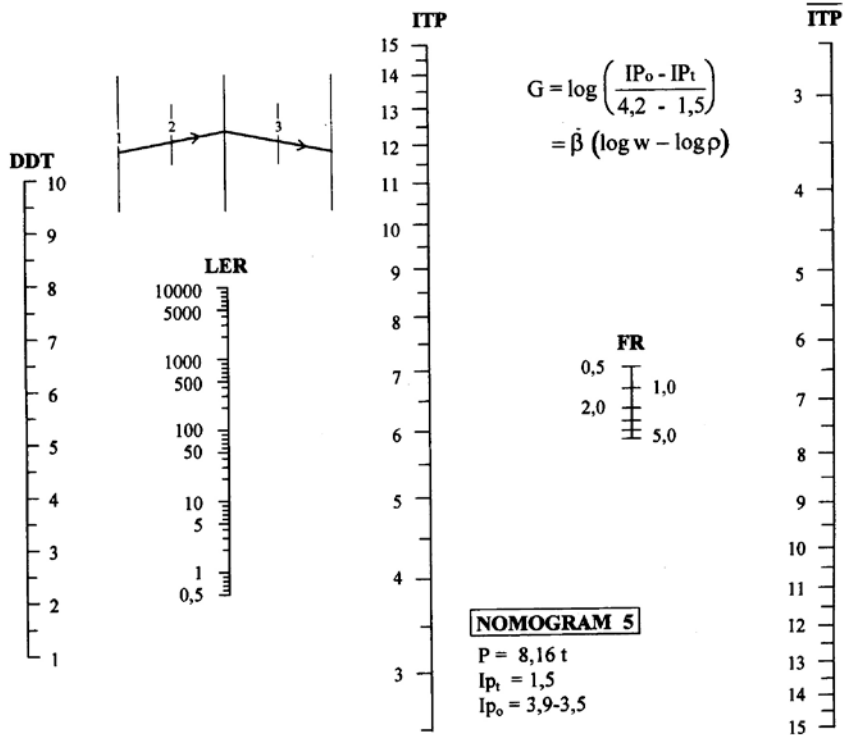
Gambar 2.31. Nomogram 2



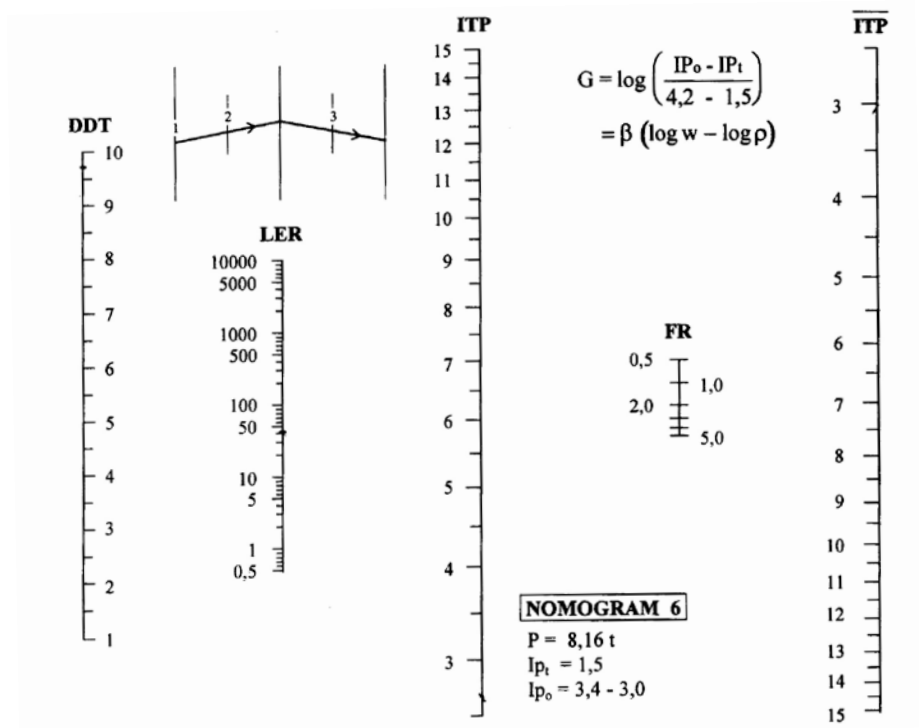
Gambar 2.32. Nomogram 3



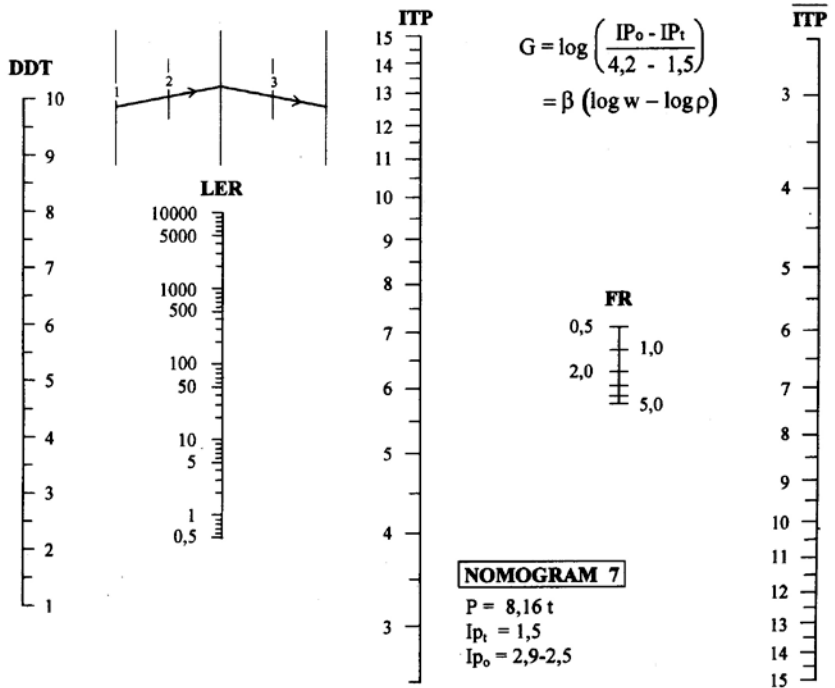
Gambar 2.33. Nomogram 4



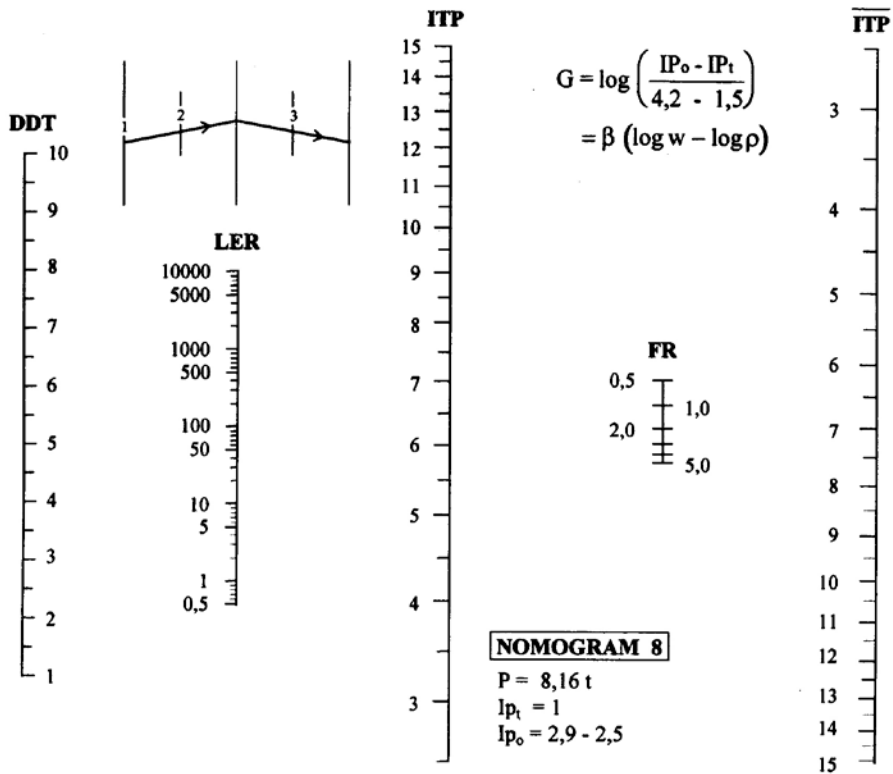
Gambar 2.34. Nomogram 5



Gambar 2.35. Nomogram 6



Gambar 2.36. Nomogram 7



Gambar 2.37. Nomogram 8

9. Tebal Perkerasan

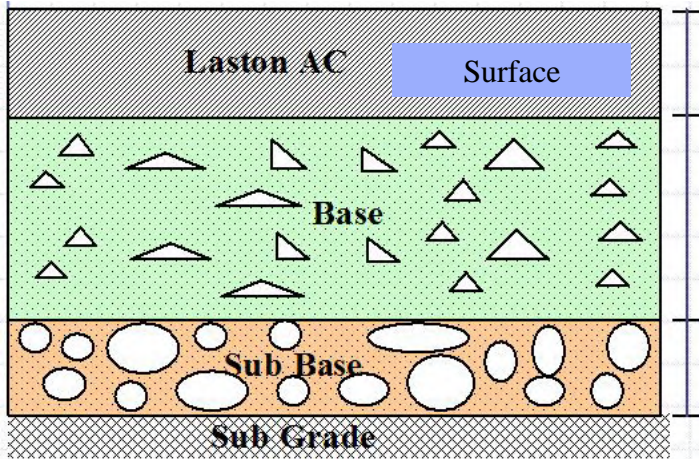
Dalam menentukan tebal perkerasan digunakan perumusan sebagai berikut:

$$ITP = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3 \quad (2.46)$$

Dimana:

$A_{1,2,3}$ = Koefisien kekuatan relatif permukaan, lapis pondasi dan pondasi bawah.

$D_{1,2,3}$ = Tebal tiap-tiap lapisan



Gambar 2.39. Susunan Lapis Perkerasan Jalan

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1989

Koefisien kekuatan relatif (a) masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, dan pondasi bawah ditentukan secara korelasi sesuai nilai Marshall Test (untuk bahan dari aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur) atau CBR (untuk bahan dari lapis pondasi bawah). Nilai koefisien kekuatan relatif (a) ditunjukkan pada tabel 2.22.

Tabel 2.22. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
A1	A2	A3	MS (kg)	Kt (Kg/cm)	CBR (%)	
0.40	-	-	744	-	-	Laston
0.35	-	-	590	-	-	
0.32	-	-	454	-	-	
0.30	-	-	340	-	-	
0.35	-	-	744	-	-	Lasbutag
0.31	-	-	590	-	-	
0.28	-	-	454	-	-	
0.26	-	-	340	-	-	
0.30	-	-	340	-	-	HRA
0.26	-	-	340	-	-	
0.25	-	-	-	-	-	
0.20	-	-	-	-	-	
-	0.28	-	590	-	-	Aspal Macadam
-	0.26	-	454	-	-	Lapen(mekanis)
-	0.24	-	340	-	-	Lapen(manual)
-	0.23	-	-	-	-	Laston Atas
-	0.19	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0.15	-	-	22	-	Lapen(manual)
-	0.13	-	-	18	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0.15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0.13	-	-	18	-	
-	0.14	-	-	-	100	
-	0.13	-	-	-	80	
-	0.12	-	-	-	60	Batu Pecah (kelas A)
-	-	0.13	-	-	70	Batu Pecah (kelas B)
-	-	0.12	-	-	50	Batu Pecah (kelas C)
-	-	0.11	-	-	30	Sirtu/ pitrum (kelas A)
-	-	0.10	-	-	20	Sirtu/ pitrum (kelas B)
-	-	0.10	-	-	20	Sirtu/ pitrum (kelas C)
-	-	0.10	-	-	20	Tanah/ lempung kepasiran

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa
Komponen Bina Marga 1989

Batasan-batasan minimum Tebal Lapisan Perkerasan :

1. Lapis Permukaan; tebal minimum (tercatat dalam tabel 2.23) dari lapis permukaan jalan tergantung dari nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP).

Tabel 2.23. Minimum Lapis Permukaan

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	5	Lapis pelindung: (Buras, Burtu, Burda)
3,00 – 6,70	5	
6,71 – 7,49	7,5	Lapen/ aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
7,50 – 9,99	7,5	
≥ 10	10	Lapen/ aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston

Sumber: *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga 1989*

2. Lapis Pondasi; tebal minimum (lihat Tabel 2.24) dari lapis pondasi jalan tergantung dari nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP).

Tabel 2.24 Tebal Minimum Lapis Pondasi

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
<3.00	15	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
3.00 – 7.49	20*)	
	10	Batu pecah, stabilisasi

7.50 – 9.99	20	tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
	15	Laston atas
	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam Laston atas
10 – 12.14	25	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam Laston atas
≥ 12.25		Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, lapen, laston atas.

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga

*) Batas 20 cm tersebut dapat diturunkan menjadi 15 cm bila untuk pondasi digunakan material berbutir kasar.

3. Lapis Pondasi Bawah; untuk setiap nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP) bila digunakan untuk pondasi bawah, tebal minimum 10 cm.

2.5. Perencanaan Drainase

Dengan adanya drainase permukaan diharapkan dapat mengendalikan air hujan yang jatuh pada permukaan jalan dengan cepat mengalir ke sistem

drainase. Acuan yang digunakan dalam perencanaan drainase adalah Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan SNI 03-3424-1994 sebagai berikut :

1. Pembuatan Sistem Drainase

Permukaan perkerasan jalan dibuat dengan kemiringan tertentu dengan tujuan agar air hujandapat mengalir dari perkerasan menuju ke drainase.

2. Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi yang dihitung terdiri dari :

1. Data Curah Hujan
2. Periode Ulang
3. Lama waktu Curah Hujan
4. Waktu Kosentrasi (Tc)

3. Analisa Debit Drainase

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir yang masuk ke dalam ksaluran tepi, yang dapat dihitung dengan metode brasional.

a. Luas Daerah Pengaliran

Luas daerah pengaliran batasnya tergantung dari daerah pembebasan daerah sekelilingnya.

b. Perhitungan Itensitas Curah Hujan

Dalam perhitungan itensitas curah hujan (I) digunakan analisa distribusi frekuensi dengan rumus :

$$R_t = R_t = R + \frac{S_r}{S_n} (Y_t + Y_n)$$

$$R_t = \sqrt{\frac{\sum (R_1 - R_2)^2}{n}} \quad (2.47)$$

$$\text{Maka : } I = \frac{90\% \cdot R_t}{4} \quad (2.48)$$

Keterangan :

Rt = Besarnya curah hujan untuk periode ulang

T tahun ($\frac{mm}{jam}$)

\bar{R} = Tinggi hujan maksimum rata – rata

Yt = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang (lihat table)

Yn = Nilai yang tergantung pada (nilai tabel)

Sn = Standart Deviasi yang merupakan fungsi dari nilai n (lihat tabel)

4. Dimensi Saluran Tepi

Bentuk saluran tepi dipilih berdasarkan pertimbangan – pertimbangan antara lain :

- a) Kondisi tanah dasar
- b) Kecepatan aliran
- c) Dalam atau dangkalnya kedudukan air tanah

Pada umumnya saluran tepi dibuat mengikuti kelandaian jalan.

2.6. Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan rencana anggaran biaya pada proyek akhir ini mengacu pada HSPK wilayah setempat. Volume pada tiap komponen gambar detail akan dihitung agar dapat menentukan rencana anggaran biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan rencana jalan jalur selatan ini.

Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan

pelaksanaan proyek pembangunan. Secara umum perhitungan RAB dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{RAB} = \Sigma (\text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan})$$

Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, hal ini disebabkan perbedaan harga satuan bahan dan upah tenaga kerja. Ada dua faktor yang berpengaruh terhadap penyusunan anggaran biaya suatu bangunan yaitu faktor teknis dan non teknis. Faktor teknis antara lain berupa ketentuan-ketentuan dan persyaratan yang harus dipenuhi dalam pelaksanaan pembangunan serta gambargambar kontruksi bangunan. Sedangkan faktor non teknis berupa harga-harga bahan bangunan dan upah tenaga kerja. Dalam melakukan anggaran biaya dapat dilakukan dengan dua cara yaitu anggaran biaya kasar atau taksiran dan anggaran biaya teliti. (Adminstrasi Kontrak dan Anggaran Borongan).

Berikut ini adalah salah satu contoh laporan – laporan RAB yang di gunakan dalam mengerjakan perencanaan jalan baru:

- Pekerjaan Demobilisasi dan Mobilisai

Pekerjaan umum meliputi Pekerjaan Mobilisasi dan Demobilisasi, Pekerjaan Mobilisasi terdiri dari pekerjaan mobilisasi alat alat berat yang akan dipakai seperti Concrete vibrator, wheel loader, vibro roller, concrete mixer, compressor, dump truck, asphlat sprayer dan finisher dll. Pembuatan sarana komunikasi, penyiapan lahan pengukuran dan pembuatan Shop drawing. Pembuatan gudang, kantor lapangan dan barak

pekerja. Pekerjaan mobilisasi juga termasuk demobilisasi alat berat setelah pekerjaan selesai.

2.7. Perencanaan Perkuatan Lereng

Perkuatan Lereng adalah bangunan konstruksi non structural untuk melindungi lereng timbunan atau galian dari gerusan air dan angin sifatnya tidak menahan beban. Manfaat lain dari perkuatan lereng dengan tanaman, disamping untuk menahan gerusan air juga untuk menambah kestabilan lereng dan menambah estetika dengan penataan landscape yang baik, misalnya pada tempat yang di gunakan untuk istirahat (Rest Area) atau pada tepi sungai (sekitar abutment jembatan) dan pada tempat dinding kepala dan bangunan terjun (culvert).

Perkuatan lereng dalam perencanaan teknik jalan, juga termasuk bagian yang harus direncanakan dengan didasarkan pada sifat dan jenis tanah bahan urugan pada daerah timbunan dan sifat dan jenis tanah lereng alam pada daerah galian, sehingga jenis perkuatan lereng dapat di tentukan, apakah dari tanaman (rumput dll.) atau material bahan konstruksi (batu alam atau beton)

Perkuatan lereng dapat dilakukan dengan tanaman maupun material konstruksi yaitu material yang tidak lapuk dalam waktu singkat akibat pengaruh cuaca yang konstruksinya berupa : rip rap, bronjong, batu kosong, dll.

Sistem drainase pada perkuatan lereng ini tidak boleh di abaikan, dengan demikian dalam perencanaan

perkuatan lereng, harus di pertimbangkan apakah perlu di buat system bertangga (terasering), dibuat saluran penangkap (catch ditch) dan di pasang pipa (lubang) drainase pada perkuatan lereng dengan pasangan batu alam beton.

Sebagaimana sifat dari perkuatan lereng ini yaitu tidak menahan beban tetapi hanya berupa perlindungan terhadap erosi, sehingga bahaya longsor akibat gerusan air dapat diminimalkan.

2.7.1 Tekanan Tanah Lateral

Untuk membuat tembok penahan agar tetap stabil oleh pengaruh tekanan tanah lateral akibat berat sendiri dan pembebanan lainnya, maka pengaruh tekanan tanah harus dapat diimbangi atau ditahan oleh konstruksi tembok penahan tersebut.

a. Tekanan Tanah

Menurut teori RANKINE, tekanan tanah terhadap tembok penahan terdiri dari :

1) Tekanan Tanah Aktif, Yaitu P_a merupakan resultant gaya atau tekanan tanah yang arahnya membentuk sudut α dengan horizontal dan memotong atau menekan tembok setinggi $H/3$ dari dasar pondasi yang dinyatakan secara umum per pias, dengan persamaan :

$$P_a =$$

2) Tekanan Tanah Pasip, Yaitu P_p adalah tekanan tanah pada bagian depan tembok penahan yang dinyatakan secara umum per pias, dengan persamaan :

$$P_p =$$

BAB III METODOLOGI

Metodologi suatu perencanaan jalan adalah cara dan urutan kerja suatu perhitungan untuk mendapatkan hasil dari trase jalan, lebar jalan, tebal perkerasan, dan dimensi saluran yang dibutuhkan.

Metodologi yang digunakan untuk menyelesaikan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

3.1. Persiapan

Tahap Persiapan ini dilakukan untuk mempersiapkan beberapa surat atau dokumen yang dibutuhkan sebagai syarat meminta data perencanaan. Adapun kegiatan yang dilakukan diantaranya :

1. Membuat surat pengantar dari Kaprodi sebagai syarat untuk meminta data pada beberapa instansi terkait.
2. Mencari informasi sekaligus meminta data – data kepada instansi yang terkait antara lain Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Pemprov Jawa Timur dan Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Pemprov Jawa Timur.
3. Mencari, mengumpulkan, dan mempelajari segala bentuk kegiatan yang dapat mendukung dalam penyusunan Proyek Akhir.

3.2. Pengumpulan data

Untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam penulisan proyek akhir, dilakukan pengumpulan data – data serta sumbernya sebagai berikut:

1. Peta lokasi : Bakorsultanal Teknik Geomatika – ITS.

2. LHR : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa timur
3. CBR tanah dasar : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa timur
4. Curah Hujan : Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Pemprov Jawa timur

3.3. Pengolahan Data

Data yang didapat dari beberapa instansi tersebut kemudian diolah agar mendapatkan data jadi. Adapun beberapa pengolahan data yang dilakukan adalah :

3.3.1. Pengolahan data lalu lintas

Data lalu lintas yang berupa LHR dianalisa untuk mendapatkan tingkat pertumbuhan kendaraan baik pertumbuhan rata-rata maupun pertumbuhan tiap jenis kendaraan sampai dengan akhir umur rencana. Dengan angka pertumbuhan kendaraan didapatkan data kapasitas kendaraan yang diperlukan untuk merencanakan pelebaran jalan. Sedangkan untuk perkerasan jalan diperlukan data-data beban kendaraan, yaitu : beban yang berkaitan dengan beban sumbu kendaraan, volume lalu lintas, pertumbuhan lalu lintas dan konfigurasi roda.

3.3.2. Pengolahan data CBR tanah dasar

Analisa tanah dasar dilakukan untuk mengetahui besarnya daya dukung tanah dasar karena mutu dan daya tahan suatu konstruksi perkerasan tidak lepas dari sifat tanah dasar. Pada analisa ini diperlukan data CBR dari beberapa tempat sehingga didapatkan nilai CBR rencana. Dengan CBR rencana ini akan didapatkan daya dukung

tanah dasar yang dinyatakan dengan modulus reaksi tanah dasar.

3.3.3. Pengolahan data curah hujan

Digunakan untuk perencanaan besarnya debit limpasan yang terjadi pada suatu Catchment Area, dimana besarnya debit untuk menghitung dimensi saluran drainase jalan. Data curah hujan diambil dari stasiun hujan terdekat dengan lokasi studi.

3.4. Perhitungan Kapasitas Jalan

Untuk melakukan tahap perhitungan kapasitas jalan digunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Adapun pokok bahasan yang digunakan adalah analisa ruas jalan luar kota. Pada analisa tersebut hasil yang diperoleh adalah derajat kejenuhan. Derajat kejenuhan adalah ratio arus terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu simpang dan juga segmen jalan tersebut layak digunakan atau tidak. Derajat kejenuhan ini diberi batasan $\leq 0,75$ (dalam kota), apabila melebihi maka dianggap jalan tidak mampu lagi menampung arus lalu lintas sehingga rencana jalan perlu diperlebar.

3.5. Perencanaan Geometrik Jalan

Pada tahap ini sebagian besar perencanaan mengacu pada peta lokasi studi dan peta kontur. Adapun perencanaan yang dilakukan adalah :

3.5.1. Perencanaan Trase

Perencanaan trase ini ditarik atau digambar dari titik awal sampai titik terakhir rencana jalan. Titik awal rencana jalan berada pada daerah sekitar panggul dan titik akhir berada pada daerah sekitar munjungan. Pada perencanaan ini dibuat 3 alternatif trase. Trase terpilih akan dibagi menjadi 2 tahap perencanaan dimana pada tugas akhir ini hanya menghitung dan menjelaskan tahap 1.

3.5.2. Jarak pandang

Jarak pandangan dihitung untuk keperluan alinemen horisontal dan vertikal. Adapun cara perhitungan jarak pandangan telah dijelaskan pada subbab 2.4.

3.5.3. Alinemen horisontal

Tahap perhitungan alinemen horisontal dilakukan setelah trase sudah terpilih. Adapun cara perhitungan alinemen horisontal telah dijelaskan pada subbab 2.7.

3.5.4. Alinemen vertikal

Alinemen vertikal direncanakan untuk memperkecil jumlah timbunan atau galian. Perencanaan alinemen vertikal ini mengacu pada potongan memanjang jalan. Adapun cara perhitungan alinemen vertikal telah dijelaskan pada subbab 2.8.

3.6. Perencanaan Konstruksi Perkerasan Lentur

Pada tahap perencanaan perkerasan ini digunakan metode analisa komponen Bina Marga. Pada awal tahap ini mengacu pada hasil pengolahan data cbr yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Kemudian tebal

perkerasan akan didapat melalui proses perhitungan lalu-lintas sesuai umur rencana dan menggambar garis pada nomogram.

3.7. Perencanaan Drainase

Proses analisa perhitungan perencanaan drainase mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) No: 03-3424-1994. Data yang digunakan untuk perencanaan drainase tersebut adalah data curah hujan.

3.8. Gambar Rencana

Pada tahap ini gambar rencana berupa gambar dari hasil perhitungan perencanaan jalan dan perencanaan drainase. Pembuatan gambar rencana dapat dilakukan setelah selesainya analisa perencanaan jalan. Gambar rencana dibuat dengan detail untuk memudahkan proses pelaksanaan pekerjaan di lapangan.

3.9. Perencanaan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

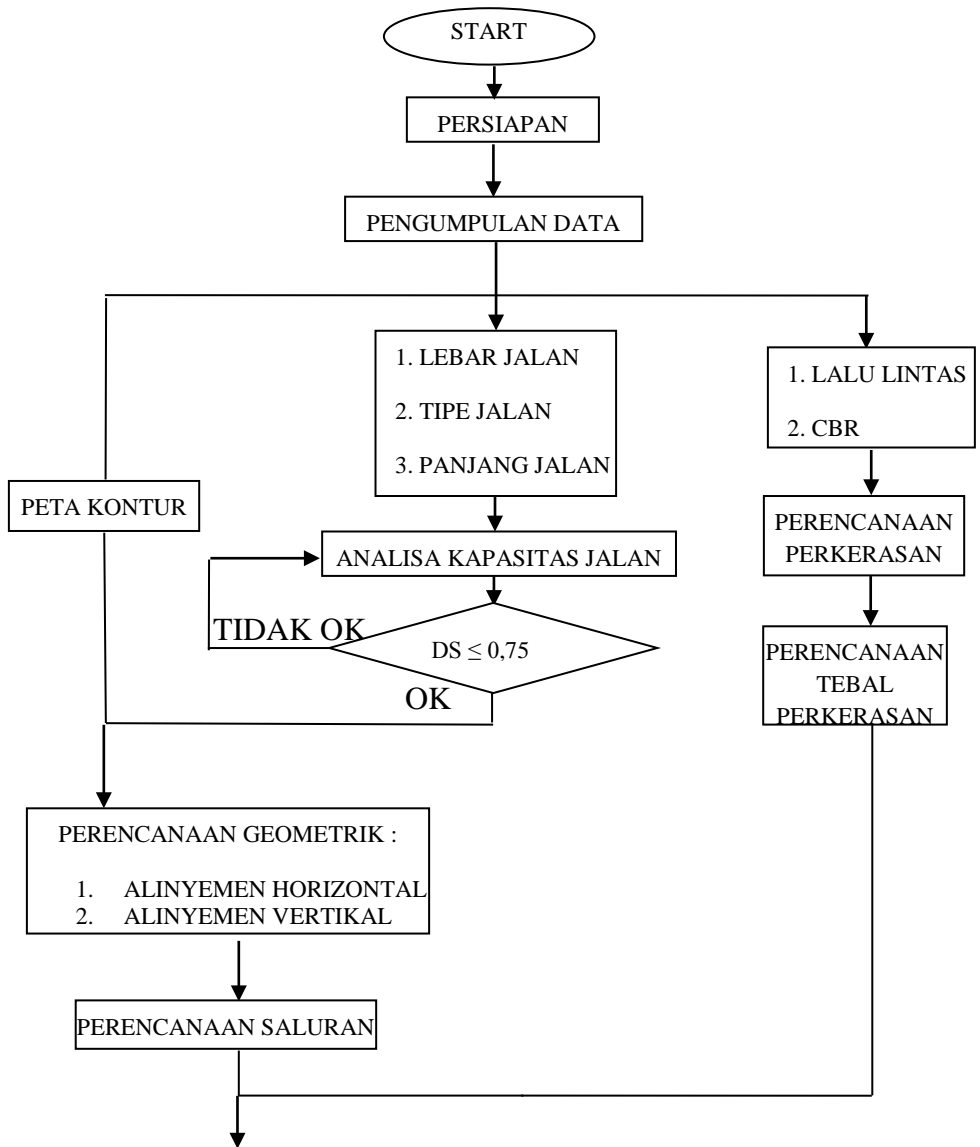
Perencanaan RAB mengacu pada HSPK wilayah setempat. Perhitungan ini didasarkan pada volume masing-masing material yang digunakan untuk pelaksanaan rencana jalan.

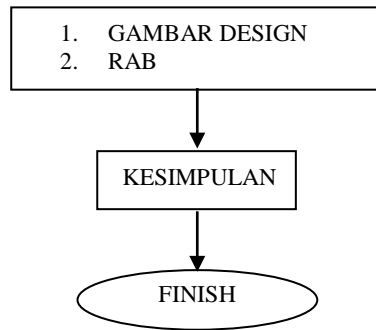
3.10. Kesimpulan Dan Saran

Tahap ini adalah penutup dari proyek akhir perencanaan jalan ini. Didalam perencanaan konstruksi jalan, hasil akhir yang didapatkan adalah terealisasikannya apa yang telah direncanakan yaitu jalan baru yang telah sesuai dengan apa yang telah perhitungkan sesuai dengan ketentuan yang telah

ditetapkan. Jalan yang telah dibuat diharapkan untuk memperlancar arus lalu lintas pada jalur lintas selatan.

Untuk mempermudah proses pengerjaan, maka metodologi disusun membentuk suatu flow chart / bagan metodologi. Secara umum bagan metodologi yang digunakan dalam proyek akhir ini terlihat pada gambar 3.1.





Gambar 3.1. Diagram alir metodologi

BAB IV

PENGUMPULAN DAN ANALISA PENGOLAHAN DATA

4.1. Umum

Dalam bab ini akan dibahas mengenai pengolahan data-data yang didapat untuk merencanakan Jalan Jalur Lintas Selatan PANGGUL - MUNJUNGAN Kabupaten Trenggalek pada STA 0+000 s/d 5+020.

Dalam perencanaan jalan ini terdapat data-data yang dibutuhkan sebagai berikut :

- Peta Kontur dan Lokasi.
- Data CBR Tanah Dasar.
- Data Lalu Lintas (LHR).
- Data Curah Hujan.
- HSPK.

4.2. Pengumpulan Data

4.2.1. Peta Kontur dan Lokasi

Peta kontur dan lokasi didapatkan dari Bakorsultanal Teknik Geomatika –ITS. Dari peta kontur dapat diketahuui kemiringan tanah dasar untuk merencanakan trase baru.

Pada trase yang baru ini direncanakan 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 UD) mulai dari STA 0+000 hingga STA 5+020.

4.2.2. Data CBR Tanah Dasar

Data yang di peroleh dari Dinas PU Bina Marga Provinsi Jawa Timur, CBR rata-rata kondisi eksisting tanah dasar sebesar 10 %. Karena data yang terbatas maka pada

tugas akhir ini untuk menghitung tebal perkerasan digunakan angka cbr tersebut.

4.2.3. Data Lalu Lintas (LHR)

Data lalu lintas digunakan dalam perhitungan kapasitas jalan dan tebal perkerasan. Data yang diperoleh adalah rekapitulasi hasil survey pada tahun 2012. Data tersebut tercatat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data LHR Tahun 2012

No.	Gol. Kend	Jenis Kendaraan	Tahun 2012 Kendaraan/hari
1	1	Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, roda 3	359
2	2	Sedan, Jeep, Minibus, Van, Station Wagon (1 + 1)	726
3	3	Oplet, Pick up oplet, Combi (1.5 + 3.5)	269
4	4	Pick up, Mikro truck, Mobil box (1.5 + 3.5)	461
5	5a	Bus Kecil (3 + 5)	24
6	5b	Bus Besar (3 + 6)	0
7	6a	Truck sedang, Truck berat 2 As (6 + 10)	124
8	6b	Truck berat 3 As (6 + 3x10)	5
9	7a	Truck Tangki 3 sumbu	2
10	7b	Truck Tangki Gandeng	1
11	7c	Truck Semi Trailer dan Truck Trailer	1

Sumber : Dinas PU Bina Marga Propinsi Jawa Timur

4.2.4. Data Curah Hujan

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu tahun waktu yang dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Jawa Timur. Data curah hujan dari pengamatan didapatkan curah hujan rata – rata per tahun selama 10 tahun sebagaimana tercatat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data Curah Hujan

Tahun	Curah Hujan Maks		
	Pule	Panggul	Dongko
2004	87	260	188
2005	157	255	89
2006	74	268	109
2007	234	246	170
2008	100	117	100
2009	107	199	107
2010	120	182	140
2011	103	70	146
2012	87	115	86
2013	85	78	80
2014	87	83	75
2015	90	81	83

Sumber : Dinas PU Pengairan Propinsi Jawa Timur

4.3. Pengolahan Data

4.3.1. Data Lalu Lintas

Data lalu lintas dari Dinas PU Bina Marga Propinsi Jawa Timur merupakan data rekapitulasi survey lalu-lintas pada tahun 2012. Untuk data-data pada tahun berikutnya tidak berhasil didapat, karena keterbatasan data. Namun pada laporan akhir perencanaan jalan jalur lintas selatan yang dibuat oleh konsultan perencana telah dicantumkan pertumbuhan tiap tahun dan tiap jenis golongan kendaraan. Data yang telah didapat perlu dikali dengan faktor pengubah agar menjadi satuan kendaraan per jam.

Jalan jalur lintas selatan ini diasumsikan dibuka pada tahun 2017. Oleh karena itu diperlukan menghitung

pertumbuhan lalu-lintas tahun 2027. Berikut proses perhitungan mengonversi data kendaraan tahun 2012 dalam satuan kendaraan per jam.

Tabel 4.3. Konversi Dari Kendaraan Per Hari Ke Kendaraan Per Jam

No.	Gol. Kend	Jenis Kendaraan	Tahun 2012 Kendaraan/hari	Faktor (k)	Tahun 2012 Kendaraan/Jam
1	1	Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, roda 3	359	0.11	39
2	2	Sedan, Jeep, Minibus, Van, Station Wagon (1 + 1)	726	0.11	80
3	3	Oplet, Pick up oplet, Combi (1.5 + 3.5)	269	0.11	30
4	4	Pick up, Mikro truck, Mobil box (1.5 + 3.5)	461	0.11	51
5	5a	Bus Kecil (3 + 5)	24	0.11	3
6	5b	Bus Besar (3 + 6)	0	0.11	0
7	6a	Truck sedang, Truck berat 2 As (6 + 10)	124	0.11	14
8	6b	Truck berat 3 As (6 + 3x10)	5	0.11	1
9	7a	Truck Tangki 3 sumbu	2	0.11	0
10	7b	Truck Tangki Gandeng	1	0.11	0
11	7c	Truck Semi Trailer dan Truck Trailer	1	0.11	0

Setelah data kendaraan per jam diperoleh maka langkah selanjutnya adalah perhitungan data lalu lintas pada tahun 2017, karena pada tahun 2017 diasumsikan baru dibuka jalan jalur lintas selatan.

Perhitungan volume lalu lintas menggunakan angka pertumbuhan yang telah tercantum dalam laporan akhir yang disusun oleh konsultan tentang perencanaan jalan baru jalur lintas selatan PANGGUL - MUNJUNGAN. Berikut adalah data pertumbuhan jenis kendaraan berdasarkan laporan akhir konsultan perencanaan.

4.3.1.1 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Sepeda Motor

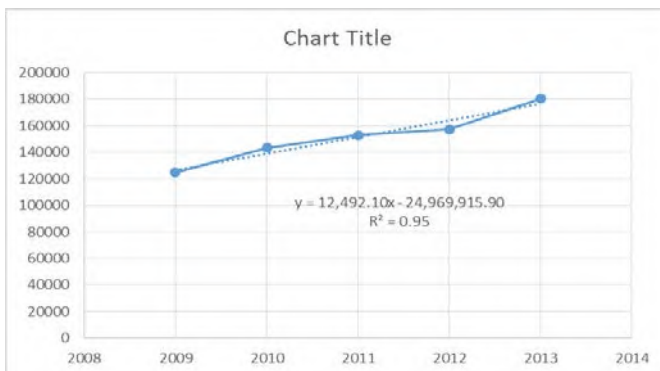
Pada pertumbuhan lalu lintas tahun 2009-2013 khususnya sepeda motor, data pertumbuhan lalu lintas

bisa dilihat dari tabel 4.4 dan grafik regresi pada gambar 4.1

Tabel 4.4 Pertumbuhan Lalu Lintas Sepeda Motor

No	Tahun	Jumlah
1	2009	124736
2	2010	143467
3	2011	152816
4	2012	157074
5	2013	180393

Sumber : Badan Pusat Statistik Jawa Timur



Gambar 4.1 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Sepeda Motor

Tabel 4.5 Persamaan Regresi Sepeda Motor

x	y	R	Pers. Y	i per tahun	i
2009	124736	0.95	126713		
2010	143467		139205	9.86	6.11
2011	152816		151697	8.97	
2012	157074		164189	8.23	
2013	180393		176681	7.61	
2014			189174	7.07	

2015			201666	6.60	
2016			214158	6.19	
2017			226650	5.83	
2018			239142	5.51	
2019			251634	5.22	
2020			264126	4.96	
2021			276618	4.73	
2022			289110	4.52	
2023			301602	4.32	
2024			314095	4.14	

Sumber : Badan Pusat Statistik Jawa Timur

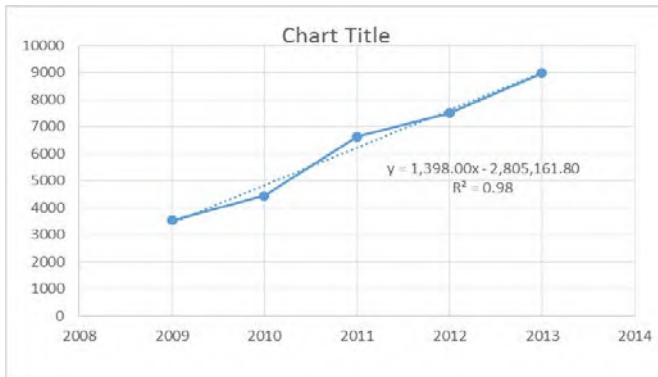
4.3.1.2 Pertumbuhan Lalu Lintas Mobil Penumpang

Pada pertumbuhan lalu lintas tahun 2009-2013 khususnya mobil penumpang, data pertumbuhan lalu lintas bisa dilihat dari tabel 4.6 dan grafik regresi pada gambar 4.2

Tabel 4.6 Pertumbuhan Lalu Lintas Mobil Penumpang

No	Tahun	Jumlah
1	2009	3531
2	2010	4435
3	2011	6621
4	2012	7511
5	2013	8983

Sumber : Badan Pusat Statistik Jawa Timur



Gambar 4.2 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Mobil Penumpang

Tabel 4.7 Persamaan Regresi Mobil Penumpang

x	Y	R	Pers. Y	i per tahun	I
2009	3531	0.98	3420		
2010	4435		4818	40.87	13.82
2011	6621		6216	29.01	
2012	7511		7614	22.49	
2013	8983		9012	18.36	
2014			10410	15.51	
2015			11808	13.43	
2016			13206	11.84	
2017			14604	10.59	
2018			16002	9.57	
2019			17400	8.74	
2020			18798	8.03	
2021			20196	7.44	
2022			21594	6.92	
2023			22992	6.47	
2024			24390	6.08	

Sumber : Badan Pusat Statistik Jawa Timur

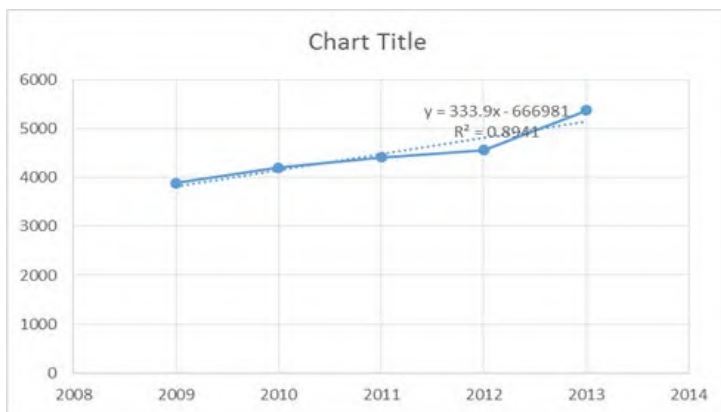
4.3.1.3 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk

Pada pertumbuhan lalu lintas tahun 2009-2013 khususnya truk, data pertumbuhan lalu lintas bisa dilihat dari tabel 4.8 dan grafik regresi pada gambar 4.3

Tabel 4.8 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk

No	Tahun	Jumlah
1	2009	3895
2	2010	4202
3	2011	4416
4	2012	4563
5	2013	5384

Sumber : Badan Pusat Statistik Jawa Timur



Gambar 4.3 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Truk

Tabel 4.9 Persamaan Regresi Truk

x	y	R	Pers. Y	i per tahun	i
2009	3895	0.89	3824		
2010	4202		4158	8.73	5.63
2011	4416		4492	8.03	
2012	4563		4826	7.43	
2013	5384		5160	6.92	
2014			5494	6.47	
2015			5828	6.08	
2016			6161	5.73	
2017			6495	5.42	
2018			6829	5.14	
2019			7163	4.89	
2020			7497	4.66	
2021			7831	4.45	
2022			8165	4.26	
2023			8499	4.09	
2024			8833	3.93	
2025			9167	3.78	

Sumber : Badan Pusat Statistik Jawa Timur

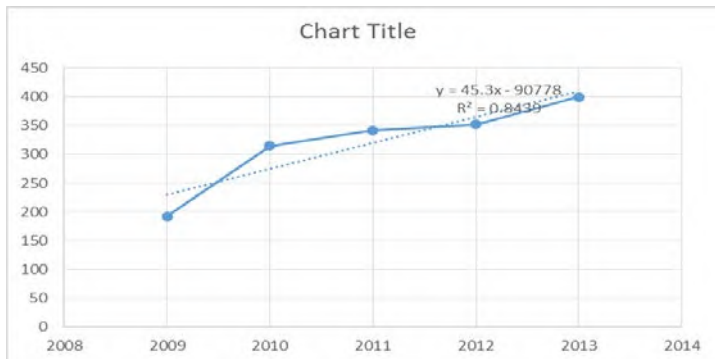
4.3.1.4 Pertumbuhan Lalu Lintas Bus

Pada pertumbuhan lalu lintas tahun 2009-2013 khususnya bus, data pertumbuhan lalu lintas bisa dilihat dari tabel 4.10 dan grafik regresi pada gambar 4.4

Tabel 4.10 Pertumbuhan Lalu Lintas Bus

No	Tahun	Jumlah
1	2009	192
2	2010	315
3	2011	342
4	2012	352
5	2013	400

Sumber : Badan Pusat Statistik Jawa Timur



Gambar 4.4 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Bus

Tabel 4.11 Persamaan Regresi Bus

X	y	R	Pers. Y	i per tahun	i
2009	192	0.84	230		
2010	315		275	19.72	9.39
2011	342		320	16.47	
2012	352		366	14.14	
2013	400		411	12.39	
2014			456	11.02	
2015			502	9.93	
2016			547	9.03	
2017			592	8.28	
2018			637	7.65	
2019			683	7.11	
2020			728	6.64	
2021			773	6.22	
2022			819	5.86	
2023			864	5.53	
2024			909	5.24	
2025			955	4.98	

Sumber : Badan Pusat Statistik Jawa Timur

Tabel 4.12. Data Pertumbuhan Lalu Lintas Per Tahun

Gol. Kend	Jenis Kendaraan	I (%)
1	Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, roda 3	6.11
2	Sedan, Jeep, Minibus, Van, Station Wagon (1 + 1)	13.82
3	Oplet, Pick up oplet, Combi (1.5 + 3.5)	13.82
4	Pick up, Mikro truck, Mobil box (1.5 + 3.5)	13.82
5a	Bus Kecil (3 + 5)	9.39
5b	Bus Besar (3 + 6)	9.39
6a	Truck sedang, Truck berat 2 As (6 + 10)	5.63
6b	Truck berat 3 As (6 + 3x10)	5.63
7a	Truck Tangki 3 sumbu	5.63
7b	Truck Tangki Gandeng	5.63
7c	Truck Semi Trailer dan Truck Trailer	5.63

Sumber : Badan Pusat Statistik

Angka pertumbuhan tiap kendaraan tersebut digunakan untuk menghitung volume lalu – lintas tahun 2017 sebagai asumsi awal dibuka jalan jalur lintas selatan. Berikut contoh proses perhitungan volume lalu – lintas pada tahun 2017 untuk kendaraan sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, roda3. Perhitungan selanjutnya akan disajikan dalam tabel 4.13.

- Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, roda 3:

$$\begin{aligned}
 \text{LHR 2017} &= \text{LHR 2012} \times (1+i)^5 \\
 &= 39 \times (1+0.07)^5 \\
 &= 55 \text{ kendaraan}
 \end{aligned}$$

Pada Tugas Akhir ini digunakan umur rencana 10 tahun dari awal pembukaan jalan. Sehingga perlu menghitung volume lalu lintas pada umur rencana tahun 2027. Berikut contoh perhitungan volume lalu lintas tahun 2027 untuk sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, roda 3. Perhitungan selanjutnya akan disajikan dalam tabel 4.13.

- Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, roda 3:

$$\begin{aligned}
 \text{LHR 2027} &= \text{LHR 2017} \times (1+i)^{10} \\
 &= 55 \times (1+0.07)^{10} \\
 &= 109 \text{ kendaraan}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.13. Rekapitulasi Perhitungan Volume Lalu Lintas

No.	Gol. Kend	Jenis Kendaraan	Tahun 2012	Tahun 2017 Kend/Jam	Tahun 2027
1	1	Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, roda 3	39	55	109
2	2	Sedan, Jeep, Minibus, Van, Station Wagon (1+1)	80	112	220
3	3	Oplet, Pick up oplet, Combi (1.5+3.5)	30	41	81
4	4	Pick up, Mikro truck, Mobil box (1.5+3.5)	51	65	105
5	5a	Bus Kecil (3+5)	3	3	5
6	5b	Bus Besar (3+6)	0	0	0
7	6a	Truck sedang, Truck berat 2 As (6+10)	14	17	28
8	6b	Truck berat 3 As (6+3x10)	1	1	1
9	7a	Truck Tangki 3 sumbu	0	0	0
10	7b	Truck Tangki Gandeng	0	0	0
11	7c	Truck Semi Trailer dan Truck Trailer	0	0	0

4.3.2. Data CBR Tanah Dasar

Berdasarkan laporan akhir konsultan perencana pada Dinas PU Bina Marga data CBR tanah dasar yang digunakan adalah 10%. Nilai CBR ini adalah CBR rata-rata. Karena keterbatasan data maka nilai CBR yang dipakai adalah 10%.

4.3.3. Data Curah Hujan

Berikut adalah data curah hujan yang berasal dari stasiun hujan di sekitar lokasi studi :

Tabel 4.14. Perhitungan Data Curah Hujan Stasiun Pule

Stasiun Pule			
Tahun	Hujan Max	Ri-Rrata-rata	(Ri-Rrata-rata)2
2006	87	-28.4	806.56
2007	157	41.6	1730.56
2008	74	-41.4	1713.96
2009	234	118.6	14065.96
2010	100	-15.4	237.16
2011	107	-8.4	70.56
2012	120	4.6	21.16
2013	103	-12.4	153.76
2014	87	-28.4	806.56
2015	85	-30.4	924.16
\bar{R}	115.4		20530.4

Standar deviasi

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum (Ri - \bar{R})^2}{n}}$$

$$= \sqrt{\frac{20530.4}{10}} = 14,33mm$$

Untuk menentukan besarnya curah hujan pada periode T tahun digunakan persamaan 2.26

$$R_t = \bar{R} + \frac{S_x}{S_n} (Y_t - Y_n)$$

Periode ulang (T) = 10 tahun

$Y_t = 2,2502$ SNI 03-3424-1994

$Y_n = 0,4952$ SNI 03-3424-1994

$S_n = 0,9496$ SNI 03-3424-1994

$$\begin{aligned} R_t &= 115.4 + \frac{14.33}{0,9496} (2,2502 - 0,4952) \\ &= 138,88 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Bila curah hujan efektif dianggap mempunyai penyebaran seragam 4 jam, maka I didapat dari persamaan 2.27.

$$\begin{aligned} I &= \frac{90\% \times R_t}{4} \\ &= \frac{90\% \times 138.88}{4} = 31,24 \text{ mm / jam} \end{aligned}$$

Harga $I = 31,24$ mm/jam kemudian diplotkan pada waktu intensitas $t = 240$ menit di kurva basis dan ditarik garis lengkung searah dengan garis lengkung kurva basis. Kurva ini merupakan garis lengkung intensitas hujan rencana dengan harga.

BAB V

ANALISA PERHITUNGAN

5.1. Analisis Trase

Pada proyek akhir ini perencanaan jalan jalur lintas selatan menggunakan trase yang berbeda dengan trase yang telah ada di lapangan. Trase yang diilih adalah trase yang telah memenuhi syarat-syarat pembuatan trase seperti lengkung horisontal, lengkung vertikal, serta galian dan timbunan yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku (dalam hal ini ditetapkan untuk timbunan ≤ 10 m dan galian ≤ 25 m) agar pelaksanaan di lapangan tidak terlalu sulit.

5.1.1. Kondisi Medan.

Rata-rata kemiringan medan pada trase terpilih adalah 6.99%. Berdasarkan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 38/TBM/1997 diperoleh medan pada trase terpilih adalah perbukitan. Klasifikasi medan tersebut tercatat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1. Klasifikasi Kemiringan Medan

No.	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1.	Datar	D	< 3
2.	Perbukitan	B	3 - 25
3.	Pegunungan	G	> 25

5.1.2. Kecepatan Rencana

Jalan jalur lintas selatan panggul - munjungan yang direncanakan merupakan jalan arteri. Sesuai dengan peraturan yang mengacu pada Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 38/TBM/1997 diambil kecepatan rencana = 50

km/jam. Klasifikasi untuk kecepatan rencana tersebut tercatat pada tabel 5.2.

Tabel 5.2. Kecepatan Rencana

Fungsi	Kecepatan Rencana, V_R Km/jam		
	Datar	<u>Bukit</u>	Pegunungan
Arteri	70 - 120	60 - 80	40 - 70
Kolektor	60 - 90	50 - 60	30 - 50
Lokal	40 - 70	30 - 50	20 - 30

5.2. Analisa Kapasitas Ruas Jalan Antar Kota.

Sesuai dengan peraturan yang ada pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia, yang terdapat pada bab 6 tentang Jalan Luar Kota yang terletak pada halaman 33, telah di tentukan tipe jalan 2/2 UD dengan kelas jarak pandang tipe A dan lebar total jalur lalu lintas sebesar 7m. Panjang total jalan yang direncanakan adalah 5+000 km.

Untuk menganalisis kapasitas ruas jalan antar kota digunakan program KAJI untuk mendapatkan nilai derajat kejenuhan pada tahun 2017 dan 2027. Berikut hasil analisis dari program KAJI :

Tabel 5.3. Perhitungan DS Kejenuhan dengan program

Tahun	Q	DS
2017	492.5	0.26
2018	535.0	0.28
2019	581.7	0.31
2020	633.1	0.33
2021	689.7	0.36
2022	752.1	0.40
2023	820.9	0.43
2024	897.0	0.47

2025	981.2	0.52
2026	1074.3	0.57
2027	1177.6	0.62

Pada tabel 5.3 Dari hasil perhitungan derajat kejenuhan di atas diperoleh bahwa pada kondisi existing ($0.27 < 0.75$) sebelum direncanakan tahun 2017 sampai umur rencana tahun 2027 sudah memenuhi syarat ($0.62 < 0.75$). Sehingga tidak perlu dilebarkan

5.3. Perencanaan Geometrik Jalan

Didalam merencanakan jalan ini terdapat 2 tipe geometrik jalan yaitu :

1. Alinyemen Horizontal
2. Alinyemen Vertikal

5.3.1. Alinyemen Horisontal

Alinyemen horisontal merupakan tikungan kanan atau kiri yang disesuaikan dengan medan kontur. Pada proyek akhir ini mulai dari STA 0+000 – STA 5+020 terdapat 21 titik lengkung horisontal, yang terdiri dari lengkung Spiral-Circle-Spiral dan lengkung Spiral-Spiral.

- Contoh Proses Perhitungan Alinyemen Horisontal Titik PII dgn menggunakan metode SCS

Perhitungan R design

$$\beta = 70^\circ$$

$$V_d = 50 \text{ km/jam}$$

$$e_n = 2\%$$

$$e_{\text{max}} = 10\%$$

$$F_{\text{max}} = 0.160$$

$$R_{\text{min}} =$$

$R_{\min} =$

$$p = \frac{L_s^2}{6Rc} - Rc(1 - \cos \theta_s)$$

$$p = \frac{50^2}{6 \times 90} - 90(1 - \cos 15.90)$$

$$p = 1.18\text{m}$$

$$k = Ls - \frac{Ls^3}{40Rc} - Rc \cdot \sin \theta_s$$

$$k = 50 - \frac{50^3}{40 \times 90} - 90 \cdot \sin 15.90$$

$$k = 24.94\text{m}$$

$$Es = (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc$$

$$Es = (90 + 1.18) \sec \frac{1}{2} 70 - 90$$

$$Es = 21.31\text{m}$$

$$Ts = (Rc + p) \tg \frac{1}{2} \Delta + k$$

$$Ts = (90 + 1.18) \tg \frac{1}{2} 70 + 24.94$$

$$Ts = 88.79\text{m}$$

- Contoh Proses Perhitungan Alinyemen Horisontal Titik PI5 dgn menggunakan metode SS

$$\beta = 19^\circ$$

$$Vd = 50 \text{ km/jam}$$

$$e_n = 2\%$$

$$e_{\text{max}} = 10\%$$

$$F_{\text{max}} = 0.160$$

$$R_{\text{min}} =$$

$R_{\min} =$

```

R = (200-100)/2
= 50m
= 200-50=150m
= 150

```

$$= 21.55 \text{ m}$$

$$T_s = (R_c + p) \times \tan^{1/2}$$

Tabel 5.4. Rekapitulasi Lengkung Horizontal

Titik	Pi 1	Pi 2	Pi 3	Pi 4	Pi 5	Pi 6	Pi 7	Pi 8	Pi 9	Pi 10	Pi 11	Pi 12	Pi 13	Pi 14	Pi 15	Pi 16	Pi 17	Pi 18	Pi 19	Pi 20	Pi 21
Jenis Lengkung	SCS	SCS	SCS	SCS	SS	SS	SCS	SS	SCS	SCS	SCS	SCS	SCS	SS	SCS	SCS	SS	SCS	SCS	SCS	SS
Kec Rencana	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
E max	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
f max	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160
R min	75.71169	75.71169	75.71169	75.71169	75.7117	75.7117	75.7117	75.71169	75.71169	75.71169	75.71169	75.71169	75.71169	75.71169	75.71169	75.71169	75.71169	75.71169	75.71169	75.71169	75.71169
β	70	42	31	58	19	13	44	19	38	45	48	71	41	20	46	68	15	104	48	112	7
b (m)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5								
Ls	50	50	50	50	43.13	36.09	50	43.13	50	50	50	50	50	45.39683	50	50	41.64286	50	50	50	34.95556
e	0.097	0.097	0.097	0.097	0.083	0.074	0.054	0.083	0.097	0.097	0.097	0.097	0.097	0.083	0.097	0.097	0.074	0.097	0.097	0.097	0.048
R	90	90	90	90	130	159	90	130	90	90	90	90	90	130	90	90	159	90	90	90	286
D	16	16	16	16	14	14	16	14	16	16	16	16	16	11	16	16	9	16	16	16	5
θ_s	15.91	15.91	15.91	9.5	9.5	6.5	15.91	9.5	15.91	15.91	15.91	15.91	15.91	10.00	15.91	15.91	7.50	15.91	15.91	15.91	3.50
θ_c	54.09	26.09	15.09	42.09	-	-	28.09	-	55.09	29.09	29.09	32.09	25.09	-	30.09	52.09	-	88.09	32.09	96.09	-
Lc	85	41	23.71	66.14	-	-	44.14	-	86.57	45.71	45.71	50.43	39	-	47.29	81.86	-	138	50.43	151.00	-
L	185	141	123.71	166.14	-	-	144.14	-	134.71	145.71	145.71	150.43	139.43	-	147.29	181.86	-	238.43	150.43	251.00	-
p	1.18	1.18	1.18	1.18	0.60	0.34	1.18	0.60	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	0.67	1.18	1.18	0.46	1.18	1.18	1.18	0.18
k	24.94	24.94	24.94	24.94	21.55	18.04	24.94	21.55	24.94	24.94	24.94	24.94	24.94	22.68	24.94	24.94	20.82	24.94	24.94	24.94	17.48
Es	21.31	7.67	4.62	14.25	2.42	1.37	8.34	2.42	22.00	8.70	8.70	9.81	7.35	2.68	9.06	19.99	1.83	58.10	9.81	73.06	0.71
Ts	88.79	59.95	50.23	14.25	43.41	36.20	61.78	43.41	89.98	62.71	62.71	65.54	59.04	45.72	63.65	86.45	41.81	141.65	65.54	160.13	34.99
Xs	49.61	49.61	49.61	49.61	-	-	49.61	-	49.61	49.61	49.61	49.61	49.61	-	49.61	49.61	-	49.61	49.61	49.61	-
Ys	4.63	4.63	4.63	4.63	-	-	4.63	-	4.63	4.63	4.63	4.63	4.63	-	4.63	4.63	-	4.63	4.63	4.63	-

5.3.2 Alinyemen Vertikal

Alinyemen Vertikal merupakan perpotongan pada bidang vertikal dengan bidang permukaan jalan melalui sumbu jalan. Kelandaian diasumsikan bernilai positif (+) jika pendakian dan negatif (-) jika penurunan yang ditinjau dari kiri. Jenis lengkungan pada jalan ini terdapat dua jenis yaitu :

1. Lengkung Cembung.
2. Lengkung Cekung.

a. Lengkung Vertikal Cembung (STA 0+300 - 0+400)

Vrencana	= 50 km/jam
S	= 250 m
g1	= 4 %
g2	= -4 %
A2	= 8 %

Pada lengkung cembung dibatasi berdasarkan jarak pandang, dalam lengkung ini digunakan jarak pandang menyiap :

h1	= 1.2
h2	= 1.2

Jarak pandang berada seluruhnya dalam daerah lengkung ($S < L$).

A2	= 8%
S	= 55 dari JPH

$$L = \frac{AxS^2}{399} \rightarrow L = \frac{8 \times 55^2}{399} \rightarrow L = 60.65 \text{ m}$$

A2	= 8%
S	= 250 dari JPM

$$L = \frac{AxS^2}{960} \rightarrow L = \frac{8 \times 250^2}{960} \rightarrow L = 520.83 \text{ m}$$

Nilai L keduanya **memenuhi** terhadap syarat $S < L$, maka yang di gunakan $L = 60.65\text{m}$ (Diambil L yang terkecil)

Jarak pandang berada di luar dan di dalam daerah lengkung ($S > L$).

$$A2 = 8\%$$

$$S = 55 \text{ dari JPH}$$

$$L = 2S - \frac{399}{A} \rightarrow L = 2 \times 55 - \frac{399}{8} \rightarrow L = 60.13 \text{ m}$$

$$A2 = 8\%$$

$$S = 250 \text{ dari JPM}$$

$$L = 2S - \frac{399}{A} \rightarrow L = 2 \times 250 - \frac{399}{8} \rightarrow L = 380 \text{ m}$$

Nilai L diatas **tidak memenuhi** terhadap syarat $S > L$, maka untuk syarat $S > L$ tidak bisa di gunakan.

Menghitung pergeseran vertikal dari titik ke bagian lengkung

$$EV = \frac{A \times L}{800} = \frac{8 \times 60.65}{800} = 0.61 \text{ m}$$

Berdasarkan Keluwesan Bentuk

$$LV = 0.60 \times Vr = 0.60 \times 50 = 30 \text{ m}$$

Berdasarkan Waktu Tempuh

$$LV = 0.60 \times Vr \times T = 0.60 \times 50 \times 3.5 = 48.65 \text{ m}$$

Berdasarkan Penyerapan Guncangan

$$LV = \frac{Vr^2 \times A2}{360} = \frac{50^2 \times 8\%}{360} = 0.55 \text{ m}$$

Berdasarkan Syarat Keamanan

$$LV = \frac{Vr^2 \times A2}{360} = \frac{50^2 \times 8\%}{360} = 0.53 \text{ m}$$

Berdasarkan Syarat Drainase

$$LV = V_r \times A_2 = 50 \times 8\% = 4 \text{ m}$$

dari perhitungan LV diatas maka LV yang di gunakan adalah berdasarkan keluwesan bentuk yaitu $LV = 30\text{m}$, Dipilih karena memperhitungan panjang LV serta faktor over lapping pada alinyemen vertikal.

Untuk perhitungan lengkung vertikal cembung selanjutnya digunakan program bantu excel. Berikut rekapitulasi lengkung vertikal cembung tercatat dalam tabel 5.5.

b. Lengkung Vertikal Cekung (STA 0+000 – 0+350)

Vrencana	= 50 km/jam
S	= 55 m
g1	= 0%
g2	= 4%
A	= -4%

Perhitungan lengkung vertikal cekung dihitung berdasarkan letak lampu depan dengan kendaraan dapat dibedakan dua keadaan, yaitu :

Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan $S < L$

A1	= 4%
S	= 55 m

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3.50xS}$$

$$L = \frac{4 \times 55^2}{120 + 3.50 \times 55}$$

$$L = 38.72 \text{ m}$$

Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan $S > L$

$$A1 = 4\%$$

$$S = 55 \text{ m}$$

$$L = 2S - \frac{120 + 3.50S}{A}$$

$$L = 2 \times 55 - \frac{120 + 3.50 \times 55}{4}$$

$$L = -58.13 \text{ m}$$

Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Pandangan Bebas di bawah Jembatan ($S < L$)

$$A1 = 4\%$$

$$S = 55 \text{ m}$$

$$L = \frac{AS^2}{3480}$$

$$L = \frac{4 \times 55^2}{3480}$$

$$L = 3.48 \text{ m}$$

Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Pandangan Bebas di bawah Jembatan ($S > L$)

$$A1 = 4\%$$

$$S = 55 \text{ m}$$

$$L = 2S - \frac{3480}{A}$$

$$L = 2 \times 55 - \frac{3480}{4}$$

$$L = -2065 \text{ m}$$

Menghitung pergeseran vertikal dari titik ke bagian lengkung

$$EV = \frac{A \times L}{800} = \frac{8 \times 38.72}{800} = 0.19 \text{ m}$$

Berdasarkan Keluwesan Bentuk

$$LV = 0.60 \times Vr = 0.60 \times 50 = 30 \text{ m}$$

Berdasarkan Waktu Tempuh

$$LV = 0.60 \times Vr \times T = 0.60 \times 50 \times 3.5 = 48.65 \text{ m}$$

Berdasarkan Penyerapan Guncangan

$$LV = \frac{Vr^2 \times A2}{360} = \frac{50^2 \times 4\%}{360} = 0.28 \text{ m}$$

Berdasarkan Syarat Keamanan

$$LV = \frac{Vr^2 \times A2}{380} = \frac{50^2 \times 4\%}{380} = 0.26 \text{ m}$$

Berdasarkan Syarat Drainase

$$LV = Vr \times A2 = 50 \times 4\% = 4 \text{ m}$$

Untuk perhitungan lengkung vertikal cekung selanjutnya digunakan program bantu excel yang terdapat dalam tabel 5.6.

Tabel 5.5. Rekapitulasi Lengkung Vertikal Cembung

CEMBUNG											
Lengkung Vertikal		A2	A5	A7	A8	A11	A12	A15	A17	A20	A21
V rencana (km/jam)		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
g1 (%)		4%	4%	8%	-1%	8%	-1%	8%	0%	8%	-1%
g2 (%)		-4%	-4%	-1%	-8%	-1%	-5%	-5%	-1%	-1%	-8%
A (%)		8%	8%	9%	7%	9%	4%	13%	1%	9%	7%
Jarak Pandang S (m)		55	55	55	250	55	250	55	350	55	250
C		399	399	399	960	399	960	399	399	399	960
h1 (m)		1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
h2 (m)		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
S<L (m)		60.6516	60.6516	68.2331	455.729	68.2331	260.417	98.5589	65.1042	68.2331	455.7292
S>L (m)		60.125	60.125	65.6667	562.857	65.6667	460	79.3077	289	65.6667	562.8571
Kenyamanan Mengemudi (m)		0.53	0.53	0.59	0.46	0.59	0.26	0.86	0.07	0.59	0.46
L dipakai (m)		30	30	30	30.00	30	30	30	30	30	30
Ev		0.61	0.61	0.77	0.46	0.74	0.05	1.29	0.36	0.74	0.46
PPV	STA (m)	0+335	1+985	2+135	2+185	2+585	2+635	3+985	4+235	4+685	4+735
	Elevasi (m)	14.90	14.90	20.30	21.15	19.80	20.65	15.80	14.50	20.30	21.15
PLV	STA (m)	0+350	2+000	2+150	2+200	2+600	2+650	4+000	4+250	4+700	4+750
	Elevasi (m)	15.50	15.20	21.16	21.74	20.66	20.35	16.51	14.46	21.16	20.73
PTV	STA (m)	0+365	2+015	2+165	2+215	2+615	2+665	4+015	4+265	4+715	4+765
	Elevasi (m)	14.90	14.90	21.35	19.80	20.85	19.75	16.25	14.35	21.35	19.80

Tabel 5.6. Rekapitulasi Lengkung Vertikal Cekung

CEKUNG															
Lengkung Vertikal			A1	A3	A4	A6	A9	A10	A13	A14	A16	A18	A19	A22	A23
V rencana			50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
g1			0%	-4%	0%	-4%	-8%	0%	-5%	0%	-5%	-1%	0%	-8%	-1%
g2			4%	0%	4%	8%	0%	8%	0%	8%	0%	0%	8%	-1%	8%
A			-0.04	-0.04	-0.04	-0.12	-0.08	-0.08	-0.05	-0.08	-0.05	-0.01	-0.08	-0.07	-0.09
Jarak Pandang S (m)			55	55	55	55	55	55.00	55	55	55	55	55	55	55
Jarak Penyinaran Lampu Depan < L (m)			38.72	38.72	38.72	116.16	77.44	77.44	48.4	77.44	48.4	9.68	77.44	67.76	87.12
Jarak Penyinaran Lampu Depan > L (m)			58.125	45.625	58.125	26.0417	34.0625	34.0625	48.5	34.0625	48.5	202.5	34.0625	37.5	-31.3889
Jarak Pandangan Bebas S < L (m)			3.47701	3.47701	3.47701	10.431	6.95402	6.95402	4.34626	6.95402	4.346264	0.869253	6.954023	6.08477	7.823276
Jarak Pandangan Bebas S > L (m)			2065	2065	2065	-2065	2065	2065	2065	2065	2065	2065	2065	2065	-2065
Syarat Keamanan(m)			0.26	0.26	0.26	0.79	0.53	0.53	0.33		0.33	0.07	0.53	0.46	0.59
Berdasarkan Waktu Tempuh (m)			48.65	48.65	48.65	48.65	48.65	48.65	48.65	48.65	48.65	48.65	48.65	48.65	48.65
L dipakai (m)			30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Ev			0.1936	0.1936	0.01739	1.7424	0.7744	0.7744	0.3025	0.7744	0.3025	0.0121	0.7744	0.5929	0.9801
PPV	STA (m)		0+285	0+385	1+935	2+035	2+285	2+485	2+785	3+935	4+035	4+335	4+585	4+835	4+885
	Elevasi (m)		13.50	14.10	13.50	14.10	14.20	13.00	13.75	13.00	15.25	13.65	13.50	14.20	13.35
PLV	STA (m)		0+300	0+400	1+950	2+050	2+300	2+500	2+800	3+950	4+050	4+350	4+600	4+850	4+900
	Elevasi (m)		13.65	13.65	13.65	13.95	13.30	13.30	13.19	13.00	14.68	13.53	13.80	13.34	13.76
PTV	STA (m)		0+315	0+415	1+965	2+065	2+315	2+515	2+815	3+965	4+065	4+365	4+615	4+865	4+915
	Elevasi (m)		14.10	13.50	14.10	14.70	13.00	14.20	13.00	14.20	14.50	13.50	14.70	13.15	14.70

5.4. Perencanaan Tebal Perkerasan

Perencanaan tebal perkerasan dilakukan agar jalan tersebut dapat dilalui oleh kendaraan dalam segala cuaca. Perkerasan jalan merupakan konstruksi yang dibangun di atas tanah dasar.

Dalam proyek akhir ini direncanakan digunakan perkerasan lentur (flexible pavement) dengan berdasarkan Metode Analisa Komponen dari Bina Marga umur rencana jalan diperkirakan hingga 10 tahun.

5.4.1. Lalu Lintas

Data lalu lintas diperlukan untuk merencanakan tebal perkerasan dengan memperkirakan adanya tingkat perkembangan lalu lintas atau kenaikan intensitas lalu lintas harian rata-rata per tahun sampai dengan umur rencana yang telah ditetapkan.

Data lalu lintas harian rata-rata awal umur rencana yaitu tahun 2012 terangkum dalam tabel 5.7 berikut.

Tabel 5.7. Data LHR pada tahun 2012

No.	Gol. Kend	Jenis Kendaraan	Tahun 2012 Kendaraan/hari
1	1	Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, roda 3	359
2	2	Sedan, Jeep, Minibus, Van, Station Wagon (1 + 1)	726
3	3	Oplet, Pick up oplet, Combi (1.5 + 3.5)	269
4	4	Pick up, Mikro truck, Mobil box (1.5 + 3.5)	461
5	5a	Bus Kecil (3 + 5)	24
6	5b	Bus Besar (3 + 6)	0
7	6a	Truck sedang, Truck berat 2 As (6 + 10)	124
8	6b	Truck berat 3 As (6 + 3x10)	5
9	7a	Truck Tangki 3 sumbu	2
10	7b	Truck Tangki Gandeng	1
11	7c	Truck Semi Trailer dan Truck Trailer	1

Data LHR pada akhir tahun umur rencana yaitu 2027 juga diperlukan dalam perencanaan tebal perkerasan. Berikut hasil perhitungan LHR tahun 2027 dalam tabel 5.8.

Tabel 5.8. LHR pada tahun 2027

No	Golongan	Jenis Kendaraan	2012	2017	2027
			Kendaraan/hari	Kendaraan/hari	Kendaraan/hari
1	2	SEDAN, JEEP DAN STATION WAGON	726	1387	5061
2	3	OPLET, PICK UP, SUBURBAN, KOMBI DAN MINIBUS	269	513	1872
3	4	PICK UP, MICRO TRUCK DAN HANTARA	461	880	3210
4	5a	BUS KECIL	24	38	92
5	5b	BUS BESAR	0	0	0
6	6a	TRUCK / TRUCK TANGKI 2 SUMBU 3/4"	124	163	282
7	6b	TRUCK TANGKI 2 SUMBU	5	7	11
8	7a	TRUCK TANGKI 3 SUMBU	2	3	5
9	7b	TRUCK TANGKI GANDENG	1	1	2
10	7c	TRUCK SEMI TRAILER DAN TRUCK TRAILER	1	1	2

5.4.2. Angka ekivalen

Angka ekivalen dihitung sesuai dengan tabel 2.16 pada bab tinjauan pustaka.

Berikut contoh proses perhitungan angka ekivalen pada kendaraan sedan, jeep, minibus, van, station wagon (1+1)

Roda depan

$$\begin{aligned}
 P &= 1 \text{ ton} \\
 E &= (P/8.16)^4 \\
 &= (1/8.16)^4 \\
 &= 0.0002
 \end{aligned}$$

Roda Belakang

$$\begin{aligned}
 P &= 1 \text{ ton} \\
 E &= (P/8.16)^4 \\
 &= (1/8.16)^4 \\
 &= 0.0002 \\
 E \text{ total} &= 0.0004
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan angka ekivalen selanjutnya disajikan dalam tabel 5.9

Tabel 5.9. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Angka Ekivalen

No	Golongan	Jenis Kendaraan	Jumlah
1	2	SEDAN, JEEP DAN STATION WAGON	0.0004
2	3	OPLET, PICK UP, SUBURBAN, KOMBI DAN MINIBUS	0.0037
3	4	PICK UP, MICRO TRUCK DAN HANTARA	0.0117
4	5a	BUS KECIL	0.3006
5	5b	BUS BESAR	2.1392
6	6a	TRUCK / TRUCK TANGKI 2 SUMBU 3/4"	0.2174
7	6b	TRUCK TANGKI 2 SUMBU	5.0264
8	7a	TRUCK TANGKI 3 SUMBU	2.7416
9	7b	TRUCK TANGKI GANDENG	0.5465
10	7c	TRUCK SEMI TRAILER DAN TRUCK TRAILER	6.2400

5.4.3. Lintas Ekivalen Permulaan

Lintas ekivalen permulaan (LEP) dihitung berdasarkan data lalu-lintas awal dibukanya jalan yaitu tahun 2017. LEP dihitung sesuai dengan persamaan 2.49 yaitu :

Kemudian hasil perhitungan LEP masing-masing kendaraan kemudian ditotal dan di dapat LEP TOTAL. Rekapitulasi hasil perhitungan LEP tercatat dalam tabel 5.10.

Tabel 5.10. Rekapitulasi hasil perhitungan LEP.

Lintas Ekvivalen Permulaan						
No	Golongan	Jenis Kendaraan	LHR	C	E	LEP
1	2	SEDAN, JEEP DAN STATION WAGON	1387	0.5	0.0004	0.2774
2	3	OPLET, PICK UP, SUBURBAN, KOMBI DAN MINIBUS	513	0.5	0.0037	0.9489
3	4	PICK UP, MICRO TRUCK DAN HANTARA	880	0.5	0.0117	5.1583
4	5a	BUS KECIL	38	0.5	0.3006	5.6495
5	5b	BUS BESAR	0	0.5	2.1392	0.0000
6	6a	TRUCK / TRUCK TANGKI 2 SUMBU 3/4"	163	0.5	0.2174	17.7261
7	6b	TRUCK TANGKI 2 SUMBU	7	0.5	5.0264	16.5247
8	7a	TRUCK TANGKI 3 SUMBU	3	0.5	2.7416	3.6053
9	7b	TRUCK TANGKI GANDENG	1	0.5	0.5465	0.3593
10	7c	TRUCK SEMI TRAILER DAN TRUCK TRAILER	1	0.5	6.2400	4.1029
Jumlah						54.3523

5.4.4. Lintas Ekvivalen Akhir (LEA)

Lintas ekvivalen permulaan (LEA) dihitung berdasarkan data lalu-lintas awal dibukanya jalan yaitu tahun 2017. LEA dihitung sesuai dengan persamaan 2.50 yaitu :

$$\begin{aligned}
 &= 5061 \times 0,5 \times 0,0004 \\
 &= 1.0122 \quad \text{kend/hari}
 \end{aligned}$$

Kemudian hasil perhitungan LEA masing-masing kendaraan ditotal dan di dapat LEA TOTAL. Rekapitulasi hasil perhitungan LEA tercatat dalam tabel 5.11.

Tabel 5.11. Rekapitulasi hasil perhitungan LEA.

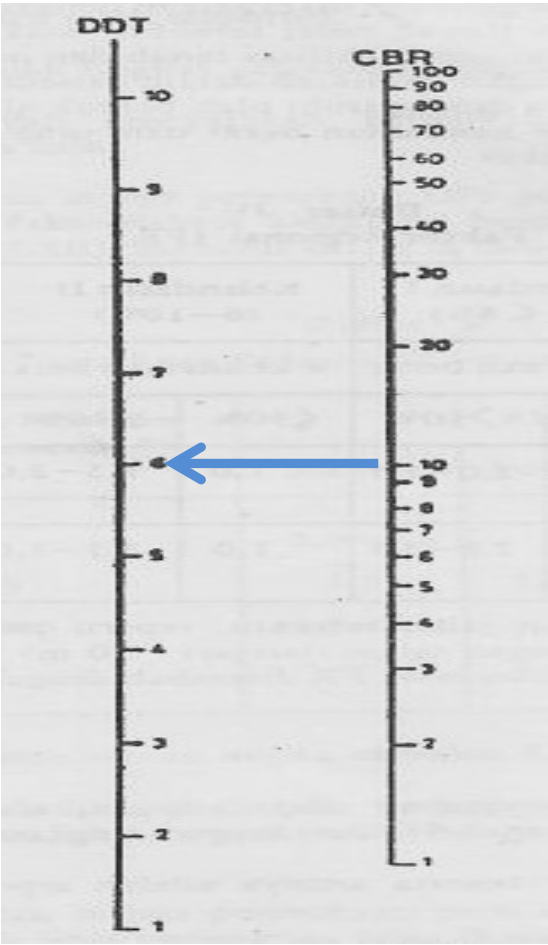
Lintas Ekvivalen Akhir						
No	Golongan	Jenis Kendaraan	LHR	C	E	LEA
1	2	SEDAN, JEEP DAN STATION WAGON	5061	0.5	0.0004	1.0122
2	3	OPLET, PICK UP, SUBURBAN, KOMBI DAN MINIBUS	1872	0.5	0.0037	3.4625
3	4	PICK UP, MICRO TRUCK DAN HANTARA	3210	0.5	0.0117	18.8231
4	5a	BUS KECIL	92	0.5	0.3006	13.8608
5	5b	BUS BESAR	0	0.5	2.1392	0.0000
6	6a	TRUCK / TRUCK TANGKI 2 SUMBU 3/4"	282	0.5	0.2174	30.6539
7	6b	TRUCK TANGKI 2 SUMBU	11	0.5	5.0264	28.5764
8	7a	TRUCK TANGKI 3 SUMBU	5	0.5	2.7416	6.2346
9	7b	TRUCK TANGKI GANDENG	2	0.5	0.5465	0.6214
10	7c	TRUCK SEMI TRAILER DAN TRUCK TRAILER	2	0.5	6.2400	7.0952
Jumlah						110.3400

5.4.5. Lintas Ekvivalen Tengah (LET)

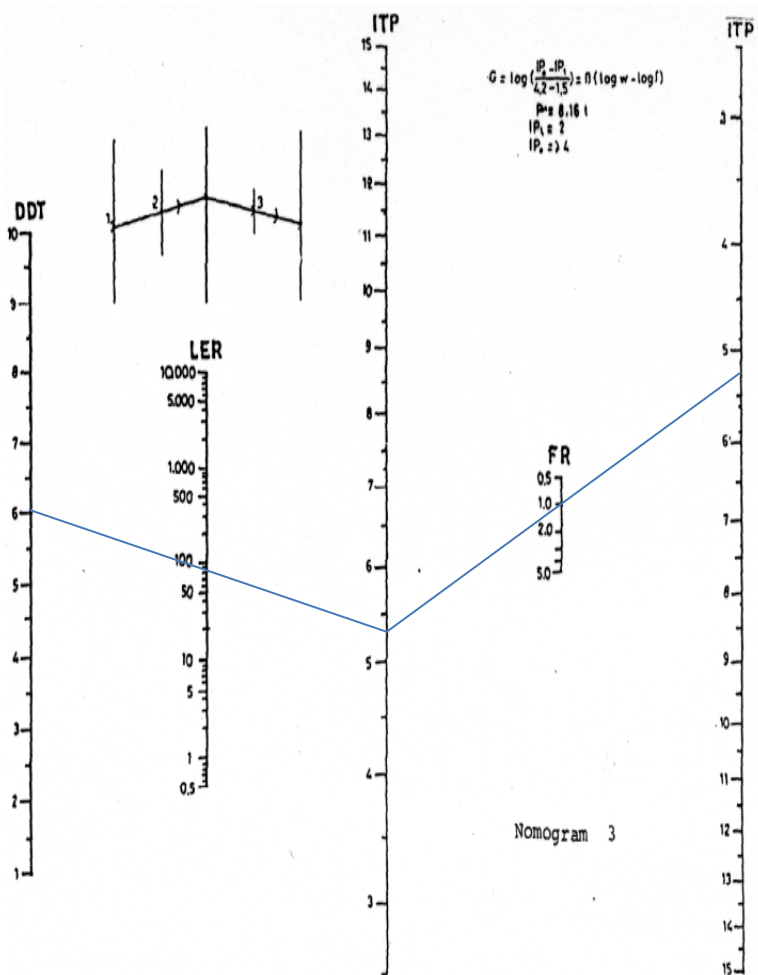
Lintas ekvivalen tengah (LET dihitung sesuai dengan persamaan 2.51 pada tinjauan pustaka, yaitu :

$$\text{LER} = \text{LET} \times \text{FP} \longrightarrow$$

5.4.10 Menentukan Nilai DDT dan



Nilai Indeks tebal Perkersan (



Dari hasil plotting pada nomogram 3 diperoleh nilai

SURFACE COURSE	D1
LASTON MS 744 a1 = 0.40	
BASE COURSE	D2
AGREGAT Kelas A	
a2 = 0.13	
SUBBASE COURSE	D3
Agregat Kelas B	
a3 = 0.11	
SUBGRADE	
CBR 10%	

—

SURFACE COURSE LASTON MS 744	7.5 cm
BASE COURSE AGREGAT KELAS A	10 cm
SUBBASE COURSE AGREGAT KELAS B	10 cm
SUBGRADE CBR 10%	

Gambar 5.4. Susunan Perkerasan Lentur

5.5. PERENCANAAN DRAINASE

Penentuan arah aliran pada saluran tersebut sesuai dengan kelandaian jalan yang ada, serta titik penentuan pada saluran pembuangan atau sungai.

Pada perencanaan saluran tepi ini menggunakan tipe persegi yang terbuat dari pasangan batu kali.

Data :

Perkerasan

- Aspal
 - $v = 3 \text{ m/dt}$
 - $nd = 0,013$
 - $c1 = 0,70$
- Bahu jalan (tanah berbutir kasar)
 - $v = 1,2 \text{ m/dt}$
 - $nd = 0,2$
 - $c2 = 0,2$
- Tepi luar saluran (Perbukitan)
 - $v = 1.2$
 - $nd = 0.8$
 - $c3 = 0.7$

Kecepatan aliran (V_{max}) = 1,80 m²/dt

Harga n (baik) = 0,020

Direncanakan menggunakan saluran tepi tipe persegi, dengan rincian dibawah ini :

Dimisalkan :

$$A = (b + zh)h$$

$$Q = A.V$$

$$P = b+2h$$

b	=	lebar saluran (m)
h	=	dalam saluran tergenang air (m)
A	=	luas penampang basah (m ²)
P	=	keliling basah (m)
R	=	jari-jari hidrolis (m)

5.5.1. Perhitungan Saluran Tepi

STA 0+000 - 0+300

- Perhitungan debit rencana

Menentukan luas daerah pengairan (A)

Jalan aspal (A ₁)	=	3,5 x 300 =	1050 m ²
Bahu jalan (A ₂)	=	1.0 x 300 =	300 m ²
Pebukitan (A ₃)	=	100 x 300 =	30000 m ²

Koefisien C

Jalan aspal (C ₁)	=	0,70
Bahu jalan (C ₂)	=	0,20
Bahu jalan (C ₂)	=	0,70

C =

t_1 perbukitan =

$$\begin{aligned}
 t_1 &= 13.00 \\
 i \text{ lapangan} &= (t_0 - t_1)/L \times 100\% \\
 &= 0.17 \% \\
 &= 0.017
 \end{aligned}$$

$$V =$$

$$A. R^{2/3} =$$

Tabel 5.12. Rekapitulasi Dimensi Saluran

NO	STA	PANJANG	Q (m ³ /dt)	v (m/dt)	b (m)	h(m)	H (m)	z	PEMATAH ARUS (m)
1	0 - 300	300	0.54	1.80	0.5	0.35	0.60	1	-
2	300 - 350	50	0.09	1.80	0.5	0.09	0.15	1	-
3	350 - 400	50	0.09	1.80	0.5	0.09	0.15	1	-
4	400 - 900	500	0.90	1.80	0.5	0.50	0.85	1	-
5	900 - 1300	500	0.90	1.80	0.5	0.50	0.85	1	-
6	1300 - 1800	500	0.90	1.80	0.5	0.50	0.85	1	-
7	1800 - 1950	100	0.27	1.80	0.5	0.21	0.36	1	-
8	1950 - 2000	50	0.09	1.80	0.5	0.09	0.15	1	-
9	2000 - 2050	50	0.09	1.80	0.5	0.09	0.15	1	-
10	2050 - 2150	100	0.18	2.68	0.5	0.11	0.19	1	8
11	2150 - 2200	50	0.09	1.80	0.5	0.09	0.15	1	-
12	2200 - 2300	100	0.18	1.80	0.5	0.14	0.24	1	-
13	2300 - 2500	200	0.36	1.80	0.5	0.26	0.44	1	-
14	2500 - 2600	100	0.18	2.69	0.5	0.11	0.19	1	8
15	2600 - 2650	50	0.09	1.80	0.5	0.09	0.15	1	-
16	2650 - 2800	150	0.27	1.80	0.5	0.21	0.36	1	-
17	2800 - 3300	500	0.90	1.80	0.5	0.50	0.85	1	-
18	3300 - 3800	500	0.90	1.80	0.5	0.50	0.85	1	-
19	3800 - 3950	150	0.27	1.80	0.5	0.21	0.36	1	-
20	3950 - 4000	50	0.09	2.05	0.5	0.08	0.13	1	10
21	4000 - 4050	50	0.09	1.80	0.5	0.09	0.15	1	-
22	4050 - 4250	200	0.36	1.80	0.5	0.26	0.44	1	-
23	4250 - 4350	100	0.18	1.80	0.5	0.15	0.26	1	-
24	4350 - 4600	350	0.36	1.80	0.5	0.26	0.44	1	-
25	4600 - 4700	100	0.18	2.65	0.5	0.11	0.18	1	8
26	4700 - 4750	100	0.09	1.80	0.5	0.09	0.15	1	-
27	4750 - 4850	100	0.18	1.80	0.5	0.15	0.26	1	-
28	4850 - 4900	50	0.09	1.80	0.5	0.09	0.15	1	8
29	4900 - 5000	100	0.18	2.58	0.5	0.10	0.17	1	8

5.6. METODE PELAKSANAAN

I. Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan Persiapan adalah pekerjaan awal yang meliputi kegiatan-kegiatan pendahuluan untuk mendukung permulaan proyek meliputi :

1. Pembuatan Job Mix Design.

Sebelum pekerjaan utama dilakukan terlebih dahulu dilakukan pengambilan sampel bahan dari quarry yang berada di lokasi setempat atau yang berdekatan dengan lokasi tersebut, diantaranya: batu, pasir dan bahan Timbunan Pilihan selanjutnya dibawa ke laboratorium job Mix Formula/Job Mix Design yang akan dipakai sebagai acuan kerja dalam pelaksanaan proyek.

2. Kantor Lapangan dan Fasilitasnya.

Tahap berikutnya penentuan lokasi basecamp, pembuatan Kantor Lapangan dan fasilitasnya dilokasi proyek dan kemudian dilanjutkan dengan mobilisasi peralatan yang diperlukan sesuai dengan tahapan pelaksanaan pekerjaan.

3. Pengaturan Arus Transportasi dan Pemeliharaan Terhadap Arus Lalu Lintas.

Untuk kelancaran pelaksanaan pekerjaan, pengaturan arus lalu lintas transportasi dilakukan dengan pembuatan tanda-tanda lalu lintas yang memadai disetiap kegiatan lapangan. Bila diperlukan dapat ditempatkan petugas pemberi isyarat yang bertugas mengatur arus lalu lintas pada saat pelaksanaan.

4. Rekayasa Lapangan.

Dengan petunjuk Direksi Teknis survey/rekayasa lapangan dilaksanakan untuk

menentukan kondisi fisik dan strukktural dari pekerjaan dan fasilitas yang ada dilokasi pekerjaan, sehingga dimungkinkan untuk mengadakan peninjauan ulang terhadap rancangan kerja yang telah diberikan sytem dan tatacara survey dikordinasikan dengan direksi teknis.

5. Material dan Penyimpanan.

Bahan yang akan digunakan didalam pekerjaan harus menemui spesifikasi dan standard yang berlaku, baik ukuran, type maupun ketentuan lainnya sesuai petunjuk Direksi Teknis. Semua material yang akan digunakan untuk proses pembuatan Concrete diambil dari Quarry Sungai yang berada di lokasi setempat.

6. Jadwal Konstruksi.

Jadwal kontruksi dibuat pihak kontraktor, diajukan kepada Direksi Teknis untuk dibahas dan mendapatkan persetujuan pada saat dilaksanakan rapat pendahuluan (Pre Construction Meeting/PCM).

7. Pelaksanaan Mobilisasi Peralatan

Dalam pelaksanaan proyek ini mobilisasi meliputi :

a. Alat-alat yang digunakan adalah:

- 1.Dump Truck 8 ton.
- 2.Excavator.
- 3.Dump truck 3-4m³,6 ton.
- 4.Motor Greader.
- 5.Tandem Roller.
6. Water Tanker Truck.
- 7.Vibrator Roller.
- 8.Concrete Mixer.
- 9.Wheel Loader.

8. Papan Nama Proyek.
 1. Papan Nama ini digunakan sebagai identitas dan informasi mengenai proyek.
 2. Papan nama proyek dibuat dengan ukuran atas persetujuan Direksi pekerjaan.
 3. Bahan yang dipakai : kayu kaso, baliho dan lain-lain.
 4. Papan nama Proyek dipasang dipangkal dan ujung lokasi pekerjaan.
 5. Papan nama dipelihara selama pelaksanaan proyek.
9. Relokasi Utilitas dan Pelayanan antara lain:

Relokasi Utilitas untuk telkom, PDAM, LISTRIK serta utilitas umum lainnya melalui beberapa tahapan :

 - a. Pendapatan terhadap sarana yang masuk dalam ketentuan relokasi yang sudah ditetapkan.
 - b. Pelaporan terhadap Departemen terkait.
 - c. Pemindahan Utilitas setelah mendapatkan persetujuan dari departemen terkait.

II. PEKERJAAN TANAH

1. Galian Tanah

Pekerjaan galian biasa harus mencakup seluruh galian yang diklarifikasi dan sesuai dengan prosedurnya. Pengukuran dan pemasangan bouwplank untuk menentukan kedalaman galian dilaksanakan dengan theodolit. Pekerjaan penggalian dilaksanakan setelah pemasangan bouwplank, dalam hal ini penentuan kedalaman galian.
2. Timbunan Tanah

Timbunan harus terdiri dari bahan tanah atau batu yang memenuhi semua ketentuan diatas level timbunan yang memiliki sifat-sifat tertentu

tergantung dari maksud penggunaannya dalam segala hal seperti diperintahkan atau disetujui direksi.

3. Pengangkutan Material

Pengangkutan material urugan kelokasi pekerjaan menggunakan dump truck dan loadingnya dilakukan dengan wheel loader. Pengecekan dan pencatatan material dilakukan pada saat penghamparan agar tidak terjadi kelebihan dan kekurangan material.

4. Penghamparan Material

Penghamparan material dilakukan dengan menggunakan motor grader. Dalam tahap ini harus diperhatikan kondisi cuaca, panjang hamparan setiap section dan tebal penghamparan sesuai spesifikasi, material yang tidak dipakai dipisahkan dan ditempatkan lokasi yang sudah ditetapkan.

5. Pemadatan Material

Pemadatan dilakukan dengan menggunakan vibro roller dimulai bagian tepi ke bagian tengah. Pemadatan dilakukan berulang jika dimungkinkan mendapatkan hasil yang maksimal.

III. PEKERJAAN BERBUTIR

1. Lapis pondasi agregat kelas B bahu jalan

Pekerjaan lapis pondasi agregat kelas B pada bahu jalan dikerjakan setelah selesainya pekerjaan lapis pondasi. Pondasi agregat kelas B pada bahu jalan dapat dikerjakan bersamaan dengan pekerjaan lapis pondasi agregat B pada jalan. Peralatan yang digunakan adalah wheel loader, dump truck, motor grader, tandem roller, water tank dan peralatan bantu lainnya. Setelah dilakukan penghamparan material dengan menggunakan motor grader dan tandem roller, maka selama masa pemadatan pekerja melakukan perapihan tepi hamparan dan level permukaan.

2. Lapis pondasi agregat kelas B

Pekerjaan ini meliputi pengadaan material, proses pecampuran, pengangkutan, perataan dan pemadatan. Lapis pondasi agregat B untuk base course. Komposisi pencampuran disesuaikan dengan spesifikasi teknik setelah terlebih dahulu di buat job mix formula sebagai acuan pencampuran. Peralatan yang digunakan wheel loader mencampur dan memuat agregat kedalam dump truk. Dump truk tersebut mengangkat agregat ke lokasi pekerjaan dan di hampar menggunakan motor grader. Hamparan agregat dibasahi dengan water tanker, lalu dipadatkan dengan vibratory roller. Selama pemadatan pekerja merapikan tepi hamparan dan leveling.

3 Lapis pondasi agregat kelas A

Lapis pondasi agregat kelas A merupakan bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi bawan dan lapis permukaan yang berfungsi sebagai penahan gaya lintang dari beban roda, sebagai lapisan peresapan untuk pondasi bawah, memberi bantalan terhadap lapisan permukaan. Penghamparan material agregat tidak boleh dilakukan apabila cuaca tidak mendukung seperti pada waktu hujan karena kadar air terlalu tinggi. Pemadatan harus dilakukan hanya bila kadar air dari bahan berada dalam rentang 3% di bawah kadar air optimum sampai 1% diatas kadar air optimum. Alat untuk menghamparkan material menggunakan motor grader. Setelah material sudah rata sesuai elevasi dan ketebalan yang ditentukan selanjutnya dipadatkan dengan vibratory roller.

IV. Pekerjaan Perkerasan Aspal

Setelah penghamparan material untuk lapisan pondasi bawah baru dilakukan proses selanjutnya adalah penghamparan aspal yang sebelumnya telah dipanaskan terlebih dahulu hingga mencair. Untuk menghamparkan digunakan alat aspal finisher. Aspal yang digunakan untuk pelaksanaan campuran aspal adalah jenis aspal minyak yang mempunyai titik lembek 48°. pekerjaan penghamparan dan pemadatan aspal panas diatas permukaan agregat A yang telah di prime coat akan dilaksanakan dengan lapisan AC Base. Tack coat sebagai bounding akan dilakukan sebelum pekerjaan lapisan untuk AC-BC dan AC-WC.

V. Pekerjaan Drainase

Pekerjaan drainase dimulai dengan melakukan pengukuran dan elevasi dasar saluran khususnya outlet dari existing saluran untuk menentukan ketinggian saluran rencana dengan menggunakan titik ikat yang diikuti dengan pemasangan patok serta profil kemiringan . pekerjaan galian drainase dilakukan baik pada sisi kiri dan kanan sepanjang jalan. Pemasangan pasangan batu dengan adukan mortarpada daerah yang digali dengan tipikal dimensi yang direncanakan

VI. Pekerjaan Minor

Pelaksanaan pekerjaan pengembalian kondisi jalan (minor)dimulai dengan menginventarisasi kondisi existing permukaan jalan saat dilakukan field engineering. Pada saat dilakukan pekerjaan terseut akan didapat lokasi-lokasi yang mengalami kerusakan yang perlu dikembalikan kondisinya dengan menggunakan campuran aspal panas. Pelaksanaan pekerjaan ini dilakukan dalam periode mobilisasi. Untuk pembuatan marka jalan dilakukan secara mekanik dengan menyemprotkan cat diatas mal yang diletakkan diatas permukaan

jalan. Untuk pekerjaan pemberian patok dibuat dengan beton bertulang pracetak dengan mutu K175(15Mpa) yang diberi cat sedemikian sesuai spesifikasi perencanaan.

- **Jenis Alat Berat Pada Metode Pelaksanaan Flexible Pavement.**



Gambar 5.5. Dump Truck 8T



Gambar 5.6. Excavator



Gambar 5.7. Dump Truck 6T



Gambar 5.8. Motor Greader



Gambar 5.9. Tandem Roller



Gambar 5.10. Water Tangker Tank



Gambar 5.11. Vibrator Roller



Gambar 5.12. Concrete Mixer



Gambar 5.13. Wheel Loader



Gambar 5.14. Asphalt Finisher (Prime Coat)



Gambar 5.15. Asphalt Sprayer (Tack Coat)

5.7. RENCANA ANGGARAN BIAYA

Pada perencanaan jalan jalur lintas ini direncanakan juga anggaran biaya yang akan dibutuhkan untuk proses pelaksanaan jalan ini. Adapun sebelum perhitungan biaya terlebih dahulu harus melakukan penghitungan volume tiap item pekerjaan. Berikut perhitungan volume tiap item pekerjaan :

5.7.1 Volume Pekerjaan

1. Pekerjaan tanah

- Pembersihan dan pembongkaran (m^2)

Lebar jalan	: $3,5 \text{ m} \times 2 = 7 \text{ m}$
Lebar bahu	: $1 \text{ m} \times 2 = 2 \text{ m}$
Lebar saluran	: $0,5 \text{ m} \times 2 = 1 \text{ m}$
Total	: 10 m
Luas keseluruhan	: $5000 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 50.000 \text{ m}^2$
- Galian tanah (m^3)

Volume	: 3136 m^3
--------	----------------------

- Urugan biasa (m^3)
Volume : 33606 m^3
2. Pekerjaan perkerasan berbutir
- Lapisan pondasi agregat kelas B bahu (m^3)
 Lebar bahu : $1 \text{ m} \times 2 = 2 \text{ m}$
 Tebal perkerasan : $25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$
 Volume : $5000\text{m} \times 2\text{m} \times 0,25 \text{ m} = 5000 \text{ m}^3$
 - Lapisan pondasi agregat kelas B (m^3)
 Lebar jalur : $3.5 \text{ m} \times 2 = 7 \text{ m}$
 Tebal perkerasan : $20 \text{ cm} = 0,20 \text{ m}$
 Volume : $5000\text{m} \times 7\text{m} \times 0,20 \text{ m} = 7000 \text{ m}^3$
 - Lapisan pondasi agregat kelas A (m^3)
 Lebar jalan : $3,5 \text{ m} \times 2 = 7 \text{ m}$
 Tebal perkerasan : $20 \text{ cm} = 0,20 \text{ m}$
 Volume : $5000\text{m} \times 7\text{m} \times 0,20\text{m} = 7000 \text{ m}^3$
3. Pekerjaan perkerasan aspal
- Lapis resap pengikat (prime coat) (liter)
 Lebar jalan : $3,5 \text{ m} \times 2 = 7 \text{ m}$
 Kebutuhan 1 m^2 prime coat : $1,75 \text{ liter}$
 (sesuai spesifikasi PU BINA MARGA)
 Volume : $5000\text{m} \times 7\text{m} \times 1,75 = 61250 \text{ liter}$
 - AC-BC(m^3)
 Lebar jalan : $3,5 \text{ m} \times 2 = 7 \text{ m}$
 Tebal perkerasan : $6 \text{ cm} = 0.06 \text{ m}$
 Volume : $5000\text{m} \times 7\text{m} \times 0,06 \text{ m} = 2108.4 \text{ m}^3$
 - Lapis Perekat (liter)
 Lebar jalan : $3,5 \text{ m} \times 2 = 7 \text{ m}$
 Kebutuhan 1m^2 tack coat ; 0.75 liter

(sesuai spesifikasi PU BINA MARGA)

$$\text{Volume} : 5000\text{m} \times 7\text{m} \times 0.75 \text{ m} = 26250 \text{ m}^3$$

- AC-WC (m^2)

$$\text{Lebar jalan} : 3,5 \text{ m} \times 2 = 7 \text{ m}$$

$$\text{Volume} : 5000\text{m} \times 7\text{m} \times 2 = 35140 \text{ m}^2$$

4. Pekerjaan Drainase

- Saluran tepi

$$\text{Jumlah saluran} : 2$$

$$\text{Volume} : 3614.40\text{m}^3 \times 2 = 7228.8 \text{ m}^3$$

- Plesteran halus

$$\text{Lebar Total} : 1.49 \text{ m}^2$$

$$\text{Jumlah saluran} : 2$$

$$\text{Panjang saluran} : 5020 \text{ m}$$

$$\text{Volume} : 5000 \text{ m} \times 1.49 \text{ m} \times 2 = 14959.6 \text{ m}^2$$

5. Pengembalian kondisi dan pekerjaan minor

- Marka jalan (m^2)

a. Marka tengah

$$\text{Asumsi } 1 \text{ km} = 16,2\text{m}^2$$

$$\text{Marka} : 5000 \times 16,2 \text{ m}^2 = 81324 \text{ m}^2$$

b. Marka tepi

- $\text{Volume} : 5347 \text{ m} \times 0,12 \times 2 = 1283.28 \text{ m}^2$

- Patok Hektometer (tiap 100m) = 50 buah

- Patok kilometer (tiap 1000m) = 5 buah

5.7.2. Harga Satuan Dasar

Harga satuan dasar yang digunakan adalah harga satuan wilayah Tulungagung. Adapun harga satuan upah dan bahan tercatat dalam tabel 5.13 dan 5.14

Tabel 5.13. Harga Satuan Upah

No.	U R A I A N	KODE	SATUAN	SATUAN (Rp.)	(HRG SAT/HARI) (Rp.)
1.	Pekerja	(L01)	Jam	4,840	33,880
2.	Tukang	(L02)	Jam	6,914	48,398
3.	M a n d o r	(L03)	Jam	8,211	57,477
4.	Operator	(L04)	Jam	7,500	52,500
5.	Pembantu Operator	(L05)	Jam	6,050	57,477
6.	Sopir / Driver	(L06)	Jam	6,914	48,398
7.	Pembantu Sopir / Driver	(L07)	Jam	6,050	42,350
8.	Mekanik	(L08)	Jam	7,500	52,500
9.	Pembantu Mekanik	(L09)	Jam	6,914	48,398
10.	Kepala Tukang	(L10)	Jam	8,211	57,477

Tabel 5.14. Harga Satuan Bahan

No.	U R A I A N	KODE	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp.)	KETERANGAN
1	Pasir Pasang (Sedang)	M01b	M3	70,000	Base Camp
2	Pasir Beton (Kasar)	M01a	M3	84,498	Base Camp
5	Batu Kali	M02	M3	80,000	Lokasi Pekerjaan
6	Agregat Kasar	M03	M3	100,000	Base Camp
7	Agregat Halus	M04	M3	125,000	Base Camp
8	F i l l e r	M05	Kg	1,000	Proses/Base Camp
9	Batu Belah / Kerakal	M06	M3	80,000	Lokasi Pekerjaan
10	G r a v e l	M07	M3	145,857	Base Camp
11	Bahan Tanah Timbunan	M08	M3		SITE
12	Bahan Pilihan	M09	M3	48,000	SITE
13	Aspal	M10	KG	8,845	Base Camp
14	Kerosen / Minyak Tanah	M11	LITER	2,750	Base Camp
15	Semen / PC (50kg)	M12	Zak	50,000	Base Camp
16	Semen / PC (kg)	M12	Kg	1,000	Base Camp
17	Besi Beton	M13	Kg	10,500	Lokasi Pekerjaan
18	Kawat Beton	M14	Kg	10,000	Lokasi Pekerjaan
19	Kawat Bronjong	M15	Kg	8,000	Lokasi Pekerjaan
20	S i r t u	M16	M3	47,000	Lokasi Pekerjaan
21	Cat Marka (Non Thermoplas)	M17a	Kg	27,500	Lokasi Pekerjaan
22	Cat Marka (Thermoplastic)	M17b	Kg	32,000	Lokasi Pekerjaan
23	P a k u	M18	Kg	16,000	Lokasi Pekerjaan
24	Kayu Perancah	M19	M3	1,200,000	Lokasi Pekerjaan
25	B e n s i n	M20	LITER	5,500	BC/Site
26	S o l a r	M21	LITER	6,627	BC/Site
27	Minyak Pelumas / Oile	M22	LITER	35,000	BC/Site
28	Plastik Filter	M23	M2	16,000	Lokasi Pekerjaan
29	Pipa Galvanis Dia. 1.8"	M24	Batang	150,000	Lokasi Pekerjaan
30	Pipa Porus	M25	M	40,000	Lokasi Pekerjaan
31	Bahan Agr.Base Kelas A	M26	M3	50,000	Base Camp
32	Bahan Agr.Base Kelas B	M27	M3	80,000	Base Camp
33	Bahan Agr.Base Kelas C	M28	M3	75,000	Base Camp
34	Bahan Agr.Base Kelas C2	M29	M3	70,000	Tidak tersedia
35	Geotextile	M30	M2	13,500	Lokasi Pekerjaan
36	Aspal Emulsi	M31	Kg	5,545	Base Camp
37	Gebalan Rumpit	M32	M2	2,800	Lokasi Pekerjaan
38	Thinner	M33	LITER	20,000	Lokasi Pekerjaan
39	Glass Bead	M34	Kg	39,000	Lokasi Pekerjaan
40	Pelat Rambu (Eng. Grade)	M35a	BH	350,000	Lokasi Pekerjaan

Lanjutan tabel 5.14.

41	Pelat Rambu (High I. Grade)	M35b	BH	200,000	Lokasi Pekerjaan
42	Rel Pengaman	M36	M'	250,000	Lokasi Pekerjaan
43	Beton K-250	M37	M3		Lokasi Pekerjaan
44	Baja Tulangan (Polos) U24	M39a	Kg	10,500	Lokasi Pekerjaan
45	Baja Tulangan (Ulir) D32	M39b	Kg	11,000	Lokasi Pekerjaan
46	Kapur	M40	M3	132,000	Hasil Proses
47	Chipping	M41	M3	145,000	Base Camp
48	Chipping (kg)	M41kg	Kg	99	Base Camp
49	Cat	M42	Kg	39,000	Base Camp
50	Pemantul Cahaya (Reflector)	M43	Bh.	8,800	Base Camp
51	Pasir Urug	M44	M3	84,000	Base Camp
52	Arbocell	M45	Kg	32,189	Base Camp
53	Baja Bergelombang	M46	Kg	12,500	Lokasi Pekerjaan
54	Beton K-125	M47	M3	800,843	Lokasi Pekerjaan
55	Baja Struktur	M48	Kg	17,000	Pelabuhan terdekat
56	Tiang Pancang Baja	M49	M'		Lokasi Pekerjaan
57	Tiang Pancang Beton Pratekan	M50	M3		Pelabuhan terdekat
58	Kawat Las	M51	Dos		Lokasi Pekerjaan
59	Pipa Baja	M52	Kg		Pelabuhan terdekat
60	Minyak Fluks	M53	Liter		Base Camp
61	Bunker Oil	M54	Liter		Base Camp
62	Asbuton Halus	M55	Ton		Base Camp
63	Baja Prategang	M56	Kg		Base Camp
64	Baja Tulangan (Polos) U32	M57a	Kg	10,500	Lokasi Pekerjaan
65	Baja Tulangan (Ulir) D39	M39c	Kg	11,000	Lokasi Pekerjaan
66	Baja Tulangan (Ulir) D48	M39d	Kg	11,000	Lokasi Pekerjaan
67	PCI Girder L=17m	M58a	Buah	88,508,182	Pelabuhan terdekat
68	PCI Girder L=21m	M58b	Buah	97,573,182	Pelabuhan terdekat
69	PCI Girder L=28m	M58c	Buah	124,732,727	Pelabuhan terdekat
70	PCI Girder L=32m	M58d	Buah	157,927,727	Pelabuhan terdekat
71	PCI Girder L=36m	M58e	Buah	168,992,727	Pelabuhan terdekat
72	PCI Girder L=41m	M58f	Buah	193,134,545	Pelabuhan terdekat
73	Beton K-300	M59	M3	1,405,207	Lokasi Pekerjaan
74	Beton K-175	M60	M3	625,989	Lokasi Pekerjaan
75	Cerucuk	M61	M	9,429	
76	Elastomer	M62	buah	301,773	
77	Bahan pengawet: kreosot	M63	liter	5,030	
78	Mata Kucing	M64	buah	75,443	
79	Anchorage	M65	buah	482,838	

Lanjutan tabel 5.14.

80	Anti stripping agent	M66	liter	45,266	
81	Bahan Modifikasi	M67	Kg	1,006	
82	Beton K-500	M68	M3		
83	Beton K-400	M69	M3		
84	Ducting (Kabel prestress)	M70	M'	150,888	
85	Ducting (Strand prestress)	M71	M'	50,295	
86	Beton K-350	M72	M3		
87	Multipleks 12 mm	M73	Lbr	182,573	
88	Elastomer jenis 1	M74a	buah	387,778	Base Camp
89	Elastomer jenis 2	M74b	buah	653,841	Base Camp
90	Elastomer jenis 3	M74c	buah	842,952	Base Camp
91	Expansion Tipe Joint Asphaltic Plug	M75d	M	1,005,909	Base Camp
92	Expansion Join Tipe Rubber	M75e	M	1,207,091	Base Camp
93	Expansion Join Baja Siku	M75f	M	276,625	Base Camp
94	Marmer	M76	Buah	402,364	Base Camp
95	Kerb Type A	M77	Buah	45,266	Base Camp
96	Paving Block	M78	Buah	60,355	Lokasi Pekerjaan
97	Mini Timber Pile	M79	Buah	27,160	Lokasi Pekerjaan
98	Expansion Joint Tipe Torma	M80	M1	1,207,091	Lokasi Pekerjaan
99	Strip Bearing	M81	Buah	230,856	Lokasi Pekerjaan
100	Joint Socket Pile 35x35	M82	Set	611,090	Lokasi Pekerjaan
101	Joint Socket Pile 16x16x16	M83	Set	67,859	Lokasi Pekerjaan
102	Mikro Pile 16x16x16	M84	M1	61,109	Lokasi Pekerjaan
103	Matras Concrete	M85	Buah	407,393	Lokasi Pekerjaan
104	Asesitiline	M86	Botol	230,856	Lokasi Pekerjaan
105	Oxygen	M87	Botol	115,428	Lokasi Pekerjaan
106	Batu Bara	M88	Kg	604	Lokasi Pekerjaan
107	Pipa Galvanis Dia 3"	M24a	M	20,118	
108	Pipa Galvanis Dia 1,5"	M24b	M	15,089	
109	Agregat Pecah Mesin 0-5 mm	M91	M3	150,888	Base Camp
110	Agregat Pecah Mesin 5-10 & 10-20 mm	M92	M3	135,798	Base Camp
111	Agregat Pecah Mesin 20-30 mm	M93	M3	130,768	Base Camp
112	Joint Sealant	M94	Kg	34,302	
113	Cat Anti Karat	M95	Kg	45,266	
114	Expansion Cap	M96	M2	6,086	
115	Polytene 125 mikron	M97	Kg	19,354	
116	Curing Compound	M98	Ltr	38,728	
117	Kayu Acuan	M99	M3	1,106,500	
118	Additive	M67a	Ltr	38,728	
119	Casing	M100	M2	9,053	

5.7.3. Harga Satuan Pokok Pekerjaan

1. Pekerjaan tanah

Tabel 5.15. Harga Satuan Pokok Pekerjaan

Pembersihan (m2)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.07	Jam	4,840	338.8
2	Mandor	0.014	Jam	8,211	114.954
b	Bahan				
c	Peralatan				
1	Bulldozer	0.005	Jam	350834	1754.17
2	Wheel Loader	0.0033	Jam	342582	1130.5206
3	Dump Truck 6 ton	0.0118	Jam	151646	1789.4228
4	Alat Bantu	1	Ls	1000	1000
	Total (Rp)				6127.8674
	Overhead Profit (10%)				612.78674
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				6740.65414

Galian Biasa (m3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.076	Jam	4,840	367.84
2	Mandor	0.0253	Jam	8,211	207.7383
b	Bahan				
c	Peralatan				
1	Excavator	0.0253	Jam	297651	7530.5703
3	Dump Truck 6 ton	0.1301	Jam	151646	19729.1446
4	Alat Bantu	1	Ls	1000	1000
	Total (Rp)				28259.7149
	Overhead Profit (10%)				2825.97149
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				31085.68639

Timbunan Biasa (m3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.0466	Jam	4,840	225.544
2	Mandor	0.0117	Jam	8,211	96.0687
b	Bahan				
c	Peralatan				
1	Motor Grader	0.0012	Jam	341153	409.3836
3	Vibro Roller	0.013	Jam	239112	3108.456
4	Alat Bantu	1	Ls	1000	1000
	Total (Rp)				4517.8396
	Overhead Profit (10%)				451.78396
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				4969.62356

2. Pekerjaan Berbutir

Tabel 5.16. HSPK Pekerjaan Berbutir

Agregat Kelas B Bahu Jalan (m3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.0874	Jam	4,840	423.016
2	Mandor	0.0125	Jam	8,211	102.6375
b	Bahan				
	Agregat B	1.2586	M3	80000	100688
c	Peralatan				
1	Wheel Loader	0.0125	Jam	342582	4282.275
2	Dump Truck	0.3145	Jam	151646	47692.667
3	Water Tanker	0.0292	Jam	127044	3709.6848
4	Motor Grader	0.0095	Jam	341153	3240.9535
5	Vibro Roller	0.0056	Jam	239112	1339.0272
6	Alat Bantu	1	Ls	1000	1000
	Total (Rp)				162478.261
	Overhead Profit (10%)				16247.8261
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				178726.0871

Agregat Kelas B (m3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.0874	Jam	4,840	423.016
2	Mandor	0.0125	Jam	8,211	102.6375
b	Bahan				
	Agregat B	1.2586	M3	80000	100688
c	Peralatan				
1	Wheel Loader	0.0125	Jam	342582	4282.275
2	Dump Truck	0.3145	Jam	151646	47692.667
3	Water Tanker	0.0292	Jam	127044	3709.6848
4	Motor Grader	0.0095	Jam	341153	3240.9535
5	Vibro Roller	0.0056	Jam	239112	1339.0272
6	Alat Bantu	1	Ls	1000	1000
	Total (Rp)				162478.261
	Overhead Profit (10%)				16247.8261
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				178726.0871

Agregat Kelas A (m3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.0925	Jam	4,840	447.7
2	Mandor	0.0132	Jam	8,211	108.3852
b	Bahan				
	Agregat A	1.2586	M3	90000	113274
c	Peralatan				
1	Wheel Loader	0.0132	Jam	342582	4522.0824
2	Dump Truck	0.3156	Jam	151646	47859.4776
3	Water Tanker	0.0141	Jam	127044	1791.3204
4	Motor Grader	0.003	Jam	341153	1023.459
5	Vibro Roller	0.0241	Jam	239112	5762.5992
6	Alat Bantu	1	Ls	1000	1000
	Total (Rp)				175789.0238
	Overhead Profit (10%)				17578.90238
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				193367.9262

3. Pekerjaan Perkerasan Aspal

Tabel 5.17. HSPK Pekerjaan Perkerasan Aspal

Lapis Resap Pengikat (Liter)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.0028	Jam	4,840	13.552
2	Mandor	0.0006	Jam	8,211	4.9266
b	Bahan				
	Aspal	0.7251	Kg	6845	4963.3095
	Kerosene	0.396	Liter	2750	1089
c	Peralatan				
1	Asp. Distributor	0.0003	Jam	274189.8846	82.25696538
2	Compressor	0.0003	Jam	92742	27.8226
	Total (Rp)				6180.867665
	Overhead Profit (10%)				618.0867665
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				6798.954432

AC-BC (M3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.6522	Jam	4,840	3156.648
2	Mandor	0.0932	Jam	8,211	765.2652
b	Bahan				
	Agr 5-10 & 10-20	0.9018	M3	135,798	122462.3905
	Agr 0-5	0.633	M3	150,886	95511.06818
	Semen	46.3	Kg	1,000	46300
	Aspal	121.9	Kg	6845	834405.5
c	Peralatan				
1	Wheel Loader	0.0309	Jam	342582	10585.7838
2	AMP	0.0932	Jam	3722032	346893.3824
3	Genset	0.0932	Jam	332303	30970.6396
4	Dump Truck	0.3727	Jam	151646	56518.4642
5	Asphalt Finisher	0.0255	Jam	199718	5092.809
6	Tandem Roller	0.0651	Jam	167376	10896.1776
7	P. Tire Roller	0.0291	Jam	171201	4981.9491
8	Alat Bantu	1	Ls	1000	1000
	Total (Rp)				1569540.078
	Overhead Profit (10%)				156954.0078
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				1726494.085

Lapis Perekat (Liter)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.0028	Jam	4,840	13.552
2	Mandor	0.0006	Jam	8,211	4.9266
b	Bahan				
	Aspal	0.9064	Kg	6845	6204.308
	Kerosene	0.22	Liter	2750	605
c	Peralatan				
1	Asp. Distributor	0.0003	Jam	274189.8846	82.25696538
2	Compressor	0.0003	Jam	92742	27.8226
	Total (Rp)				6937.866165
	Overhead Profit (10%)				693.7866165
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				7631.652782

AC-WC (M3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.0373	Jam	4,840	180.532
2	Mandor	0.0037	Jam	8,211	30.3807
b	Bahan				
	Agr 5-10 & 10-20	0.0307	M3	135,798	4168.990227
	Agr 0-5	0.0298	M3	150,886	4496.413636
	Semen	1.8514	Kg	1,000	1851.4
	Aspal	5.1615	Kg	6845	35330.4675
c	Peralatan				
1	Wheel Loader	0.0032	Jam	342582	1096.2624
2	AMP	0.0037	Jam	3722032	13771.5184
3	Genset	0.0037	Jam	332303	1229.5211
4	Dump Truck	0.0199	Jam	151646	3017.7554
5	Asphalt Finisher	0.0025	Jam	199718	499.295
6	Tandem Roller	0.0033	Jam	167376	552.3408
7	P. Tire Roller	0.0017	Jam	171201	291.0417
8	Alat Bantu	1	Ls	1000	1000
	Total (Rp)				67515.91886
	Overhead Profit (10%)				6751.591886
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				74267.51075

4. Pekerjaan Drainase

Tabel 5.18. HSPK Pekerjaan Drainase

PASANGAN BATU DENGAN MORTAR (M3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	3.5341	Jam	4,840	17105.044
2	Tukang Batu	0.8835	Jam	6,914	6108.519
3	Mandor	0.4418	Jam	8,211	3627.6198
b	Bahan				
1	Batu Kali	1.08	M3	80,000	86400
2	Semen (PC)	161	Kg	1,000	161000
3	Pasir	0.48	M3	70,000	33600
c	Peralatan				
1	Conc. Mixer	0.0032	Jam	34901	111.6832
2	Alat bantu	1	Ls	1500	1500
	Total (Rp)				309452.866
	Overhead Profit (10%)				30945.2866
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				340398.1526

PLESTERAN HALUS (M2)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.2	OH	33,880	6776
2	Tukang	0.15	OH	48,398	7259.7
3	Kepala Tukang	0.015	OH	57,477	862.155
4	Mandor	0.01	OH	57,477	574.77
b	Bahan				
2	Semen (PC)	0.0495	Kg	1,000	49.5
3	Pasir	0.013	M3	70,000	910
c	Peralatan				
2	Alat bantu	1	Ls	1000	1000
	Total (Rp)				17432.125
	Overhead Profit (10%)				1743.2125
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				19175.3375

BETON K-250 (M3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.8032	Jam	4,840	3887.488
2	Tukang	0.8032	Jam	6,914	5553.3248
4	Mandor	0	Jam	8,211	0
b	Bahan				
1	Semen (PC)	422.3	Kg	1,000	422300
2	Pasir beton	0.5412	M3	84,496	45729.432
3	Agregat Kasar	0.744	M3	100000	74400
4	Kayu perancah	0.1	M3	120000	120000
5	Paku	0.8	Kg	16000	12800
c	Peralatan				
1	Con Pan. Mixer	0.1004	Jam	528385.1302	53049.86707
2	Truck Mixer	0.385	Jam	491324.5168	189159.939
3	Water Tank	0.0636	Jam	127044	8079.9984
4	Alat bantu	1	Ls	1000	1000
	Total (Rp)				935960.0492
	Overhead Profit (10%)				93596.00492
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				1029556.054

5. Pekerjaan Minor dan Pengembalian Kondisi

Tabel 5.19. HSPK Pekerjaan Minor dan Pengembalian Kondisi

MARKA JALAN TERMOPLASTIC (M2)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.6	Jam	4,840	2904
2	Tukang	0.225	Jam	6,914	1555.65
4	Mandor	0.075	Jam	8,211	615.825
b	Bahan				
1	Cat Marka	1.95	Kg	32,000	62400
2	Thinner	1.05	Liter	20,000	21000
3	Glass Bead	0.45	Kg	39000	17550
c	Peralatan				
1	Compressor	0.075	Jam	92742	6955.65
2	Dump Truck	0.075	Jam	151646	11373.45
	Total (Rp)				124354.575
	Overhead Profit (10%)				12435.4575
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				136790.0325

PATOK HEKTOMETER (BH)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.8917	Jam	4,840	4315.828
2	Tukang	0.3567	Jam	6,914	2466.2238
4	Mandor	0.1783	Jam	8,211	1464.0213
b	Bahan				
1	Beton K-175	0.063	M3	600,843	37853.109
2	Baja Tulangan	7.87	Kg	11,000	86570
3	Cat dan material lain	1	Ls	0	0
c	Peralatan				
1	Dump Truck	0.1783	Jam	151646	27038.4818
	Total (Rp)				159707.6639
	Overhead Profit (10%)				15970.76639
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				175678.4303

PATOK KILOMETER (BH)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.8917	Jam	4,840	4315.828
2	Tukang	0.3567	Jam	6,914	2466.2238
4	Mandor	0.1783	Jam	8,211	1464.0213
b	Bahan				
1	Beton K-175	0.15	M3	600,843	90126.45
2	Baja Tulangan	18.9	Kg	11,000	207900
3	Cat dan material lain	1	Ls	0	0
c	Peralatan				
1	Dump Truck	0.1783	Jam	151646	27038.4818
	Total (Rp)				333311.0049
	Overhead Profit (10%)				33331.10049
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				366642.1054

5.7.4. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Tabel 5.20. Rekapitulasi RAB

RAB PANGGUL-MUNJUNGAN						
I	JENIS PEKERJAAN	Volume	Sat	Harga Satuan	Jumlah Harga	
1	Pekerjaan Tanah					
2	Pembersihan Lahan	69511	m2	Rp 6,741	Rp	468,549,610
3	Galian Tanah	3136.00	m3	Rp 31,086	Rp	97,484,713
4	Urugan Biasa	33606.00	m3	Rp 4,970	Rp	167,009,169
II	PEKERJAAN BERBUTIR					
1	Lapisan pondasi agregat kelas B bahu	5000	m3	Rp 178,726	Rp	893,630,436
2	Lapisan pondasi batu pecah kelas B	7350	m3	Rp 178,726	Rp	1,313,636,740
3	Lapisan pondasi batu pecah kelas C	7350	m3	Rp 193,368	Rp	1,421,254,257
III	PEKERJAAN PERKERASAN					
1	Prime Coat	61250	LTR	Rp 6,799	Rp	416,435,959
2	AC-BC	2450	m3	Rp 1,726,494	Rp	4,229,910,509
3	Tack Coat	26250	LTR	Rp 7,632	Rp	200,330,886
4	AC-WC	1575	m2	Rp 74,268	Rp	116,971,329
IV	PEKERJAAN DRAINASE					
1	Saluran tepi	7200	m3	Rp 340,398	Rp	2,450,866,699
2	Plesteran	24,899	m2	Rp 19,175	Rp	477,450,563
V	PEKERJAAN MINOR					
1	Marka Jalan	1369.6	m2	Rp 136,790	Rp	187,347,629
2	Patok hektometer	39	bh	Rp 175,678	Rp	6,851,459
3	Patok kilometer	6	bh	Rp 366,642	Rp	2,199,853
JUMLAH					Rp	12,449,929,809.91
PPN 10%					Rp	-
TOTAL					Rp	12,449,929,809.91
DIBULATKAN					Rp	12,449,929,809.00

**Terbilang : Dua Belas Milyar Empat Ratus Empat Puluh Sembilan
Juta Sembilan Ratus Dua Puluh Sembilan Ribu Delapan
Ratus Sembilan Rupiah**

BAB VI

KESIMPULAN

6.1 KESIMPULAN

Perencanaan Jalan Jalur Lintas Selatan Panggul-Munjungan STA 0+000 – STA 5+000 di Kabupaten Trenggalek, dengan panjang 5000 m diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Perencanaan trase jalan terpilih yang dihasilkan adalah trase yang menghubungkan jalan raya panggul menuju Desa Munjungan Kabupaten Trenggalek. Trase terpilih merupakan trase yang melewati medan perbukitan dengan kelandaian rata-rata 4%.
2. Dari trase yang di rencanakan menghasilkan geometrik:
 - 10 alinyemen vertikal cembung dan 13 alinyemen vertikal cekung
 - 15 Alinyemen horizontal dengan jenis lengkung Spiral Circle Spirial dan 6 alinyemen horizontal dengan lengkung Spiral Spirial
 - Konstruksi jalan menggunakan perkerasan lentur dengan tebal perkerasan sebagai berikut :
 - ✓ Lapis permukaan (LASTON MS 744) = 7.5 cm.
 - ✓ Lapis pondasi atas (Agregat Kelas A) = 10 cm.
 - ✓ Lapis pondasi bawah (Agregat Kelas B) = 10 cm.
4. Untuk perencanaan drainase (saluran tepi) berbentuk trapesium dengan bahan pasangan batu kali dengan finishing diperoleh dimensi sebagai berikut :

a. Saluran Tepi

Tabel 6.1. rekapitulasi saluran tepi

NO	STA	PANJANG	Q (m ³ /dt)	v (m/dt)	b (m)	h (m)	H (m)	z	PEMATAH ARUS (m)
1	0 - 300	300	0.54	1.80	0.5	0.35	0.60	1	-
2	300 - 350	50	0.09	1.80	0.5	0.09	0.15	1	-
3	350 - 400	50	0.09	1.80	0.5	0.09	0.15	1	-
4	400 - 900	500	0.90	1.80	0.5	0.50	0.85	1	-
5	900 - 1300	500	0.90	1.80	0.5	0.50	0.85	1	-
6	1300 - 1800	500	0.90	1.80	0.5	0.50	0.85	1	-
7	1800 - 1950	100	0.27	1.80	0.5	0.21	0.36	1	-
8	1950 - 2000	50	0.09	1.80	0.5	0.09	0.15	1	-
9	2000 - 2050	50	0.09	1.80	0.5	0.09	0.15	1	-
10	2050 - 2150	100	0.18	2.68	0.5	0.11	0.19	1	8
11	2150 - 2200	50	0.09	1.80	0.5	0.09	0.15	1	-
12	2200 - 2300	100	0.18	1.80	0.5	0.14	0.24	1	-
13	2300 - 2500	200	0.36	1.80	0.5	0.26	0.44	1	-
14	2500 - 2600	100	0.18	2.69	0.5	0.11	0.19	1	8
15	2600 - 2650	50	0.09	1.80	0.5	0.09	0.15	1	-
16	2650 - 2800	150	0.27	1.80	0.5	0.21	0.36	1	-
17	2800 - 3300	500	0.90	1.80	0.5	0.50	0.85	1	-
18	3300 - 3800	500	0.90	1.80	0.5	0.50	0.85	1	-
19	3800 - 3950	150	0.27	1.80	0.5	0.21	0.36	1	-
20	3950 - 4000	50	0.09	2.05	0.5	0.08	0.13	1	10
21	4000 - 4050	50	0.09	1.80	0.5	0.09	0.15	1	-
22	4050 - 4250	200	0.36	1.80	0.5	0.26	0.44	1	-
23	4250 - 4350	100	0.18	1.80	0.5	0.15	0.26	1	-
24	4350 - 4600	350	0.36	1.80	0.5	0.26	0.44	1	-
25	4600 - 4700	100	0.18	2.65	0.5	0.11	0.18	1	8
26	4700 - 4750	100	0.09	1.80	0.5	0.09	0.15	1	-
27	4750 - 4850	100	0.18	1.80	0.5	0.15	0.26	1	-
28	4850 - 4900	50	0.09	1.80	0.5	0.09	0.15	1	8
29	4900 - 5000	100	0.18	2.58	0.5	0.10	0.17	1	8

5. Rencana anggaran biaya untuk perencanaan jalan jalur lintas selatan panggul-munjungan STA 0+000 – STA 5+000 adalah sebesar **Rp 12.449.926,809,- (Dua Belas Milyar Empat Ratus Empat Puluh Sembilan Juta Sembilan Ratus Dua Puluh Sembilan Ribu Delapan Ratus Sembilan Rupiah).**

6.2 SARAN

Berdasarkan hasil perhitungan pada ruas jalan jalur lintas selatan panggul-munjungan STA 0+000 – STA 5+000 Kabupaten Trenggalek Propinsi Jawa Timur ini, kami menyarankan agar dibahas mengenai dinding penahan tanah pada timbunan atau galian sehingga tidak terjadi kelongsoran pada jalan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, 1989, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya, dengan Metode Analisa Komponen (SNI 03-1732-1989)*, Direktorat Jenderal Bina Marga Indonesia
- Departemen Pekerjaan Umum, 1994, *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan (SNI 03-3424-1994)*, Direktorat Jenderal Bina Marga Indonesia
- Departemen Pekerjaan Umum, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Direktorat Jenderal Bina Marga Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1997, *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota dan Jalan Perkotaan (No. 038/TBM/1997)*, Direktorat Jenderal Bina Marga Indonesia
- Sukirman, Silvia, 1999, *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Nova : Bandung.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004



Penulis Bernama Danu Surendro. Lahir di Surabaya, 25 April 1990, merupakan anak kedua dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal, yaitu : TK Pertiwi Surabaya, SDN Kertajaya XIII Surabaya, SMP Negeri 12 Surabaya, dan SMAN 16

Surabaya, Diploma III Teknik Sipil Surabaya. Setelah lulus pada tahun 2012 penulis bekerja selama kurang lebih 1 tahun dan kemudian mengikuti ujian Ahli Jenjang Diploma IV dan diterima di jurusan Diploma IV Teknik Sipil ITS FTSP-ITS pada tahun 2013 dan terdaftar dengan NRP 3112 040 616. Di jurusan Diploma IV Teknik Sipil ini penulis mengambil bidang studi konsentrasi Bangunan Transportasi. Penulis sempat mengikuti sertifikasi Tenaga Kerja dan Jasa Kontruksi yang diadakan oleh PUSDIKLAT JAKON FTSP-ITS.